

2026



Encontro de Economia Rural

DESENVOLVIMENTO RURAL NO CONTEXTO
DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS



Labdea

Laboratório de Análise de Dados em Economia Agrícola

Organizadores

Vitor Hugo Miro Couto Silva
Cicero Francisco de Lima
Antonia Leudiane Mariano Ipolito
Ana Cristina Nogueira Maia
Antônio Mauro de Souza Uchôa Júnior
Carlos Alberto Brasil Sobrinho
Ionara Jane de Araújo
Isadora Gomes Ribeiro
Margareth de Figueiredo Nogueira Mesquita
Moisés Dias Gomes de Azevedo
Patrícia de Monte dos Santos Oliveira
Ramon Lucas Almeida Vasconcelos
Vitória Biana da Silva
Vitória Maria Oliveira Arruda
Willy Farias Albuquerque

**ANAIS DO I ENCONTRO DE ECONOMIA RURAL: DESENVOLVIMENTO
RURAL NO CONTEXTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS**



Organizadores

Vitor Hugo Miro Couto Silva
Cicero Francisco de Lima
Antonia Leudiane Mariano Ipolito
Ana Cristina Nogueira Maia
Antônio Mauro de Souza Uchôa Júnior
Carlos Alberto Brasil Sobrinho
Ionara Jane de Araújo
Isadora Gomes Ribeiro
Margareth de Figueiredo Nogueira Mesquita
Moisés Dias Gomes de Asevedo
Patrícia de Monte dos Santos Oliveira
Ramon Lucas Almeida Vasconcelos
Vitória Biana da Silva
Vitória Maria Oliveira Arruda
Willy Farias Albuquerque



2026 by Editora In Vivo
Copyright © Editora In Vivo
Copyright do Texto © 2026 O autor
Copyright da Edição © 2026 Editora In Vivo



Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo desta obra e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Editor Chefe

Dr. Everton Nogueira Silva

Editora Executiva

Profa. Dra. Juliana Paula Martins Alves

Editor Adjunto

Dr. Luís de França Camboim Neto

1 CIÊNCIAS AGRÁRIAS

- Dr. Aderson Martins Viana Neto
- Dra. Ana Paula Bezerra de Araújo
- Dr. Arinaldo Pereira da Silva
- Dr. Aureliano de Albuquerque Ribeiro
- Dr. Cristian Epifânio de Toledo
- MSc. Edson Rômulo de Sousa Santos
- Dra. Elivânia Maria Sousa Nascimento
- Dr. Fágnner Cavalcante P. dos Santos
- MSc. Fernanda Beatriz Pereira Cavalcanti
- Dra. Filomena Nádia Rodrigues Bezerra
- Dr. José Bruno Rego de Mesquita
- Dr. Kleiton Rocha Saraiva
- Dra. Lina Raquel Santos Araújo
- Dr. Luiz Carlos Guerreiro Chaves
- Dr. Luis de França Camboim Neto
- MSc. Maria Emilia Bezerra de Araújo
- MSc. Yuri Lopes Silva

2 CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

- Dra. Antônio Moemá Lúcia Rodrigues Portela
- Dr. David Silva Nogueira
- Dr. Diego Lisboa Rios

3 CIÊNCIAS DA SAÚDE

- Dra. Ana Luiza Malhado Cazaux de Souza Velho
- Msc. Cibelle Mara Pereira de Freitas
- MSc. Fabio José Antônio da Silva
- Dr. Isaac Neto Goes Silva
- Dra. Maria Verônica Coelho Melo
- Dra. Paula Bittencourt Vago
- MSc. Paulo Abílio Varella Lisboa
- Dra. Vanessa Porto Machado
- Dr. Victor Hugo Vieira Rodrigues

4 CIÊNCIAS HUMANAS

- Dra. Alessandra Maria Sousa Silva
- Dr. Francisco Brandão Aguiar
- MSc. Julyana Alves Sales
- Dra. Solange Pereira do Nascimento

5 CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS

- Dr. Cícero Francisco de Lima
- MSc. Eribelton de Souza Nunes
- DR. Janaildo Soares de Sousa
- MSc. Karine Moreira Gomes Sales
- Dra. Maria de Jesus Gomes de Lima
- MSc. María Rosa Dionísio Almeida
- MSc. Marisa Guilherme da Frota
- Msc. Silvia Patrícia da Silva Duarte
- MSc. Tássia Roberta Mota da Silva Castro

6 CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA

- MSc. Francisco Odécio Sales
- Dra. Irvila Ricarte de Oliveira Maia
- Dra. Cleoni Virginio da Silveira

7 ENGENHARIAS

- MSc. Amâncio da Cruz Filgueira Filho
- MSc. Eduarda Maria Farias Silva
- MSc. Gilberto Alves da Silva Neto
- Dr. João Marcus Pereira Lima e Silva
- MSc. Ricardo Leandro Santos Araújo
- MSc. Saulo Henrique dos Santos Esteves

9 LINGÜÍSTICA, LETRAS E ARTES.

- MSc. Kamila Freire de Oliveira

Dados Internacionais de Catalogação na
Publicação

Margareth de Figueiredo Nogueira Mesquita (CRB 543/84)

S584e Silva, Vitor Hugo Miro Couto

Encontro de Economia rural: Desenvolvimento rural no contexto das mudanças climáticas. / Organizado por Vitor Hugo Miro Couto Silva *et all.* Fortaleza: Even3, 2025.

249p.: il.

Bibliografia.

ISBN: 978-65-87959-89-4

DOI: 10.47242/978-65-87959-89-4

1. Economia Rural. 2. Desenvolvimento rural. 3. Mudanças Climáticas. I. Vitor Hugo Miro Couto Silva (org.). II. Cicero Francisco de Lima (org.). III. Antonia Leudiane Mariano Ipolito (org.). III. Título..

CDD 338.1

APRESENTAÇÃO

Este livro reúne trabalhos apresentados no Encontro de Economia Rural: Desenvolvimento Rural no Contexto das Mudanças Climáticas, realizado nos dias 22 e 23 de setembro de 2025, na Universidade Federal do Ceará. A obra resulta do esforço coletivo de pesquisadoras e pesquisadores comprometidos com a análise das transformações recentes do meio rural, em um cenário marcado pela intensificação das mudanças climáticas e por desafios estruturais persistentes.

Mais do que registrar um evento acadêmico, o livro sistematiza reflexões e evidências empíricas sobre a interação entre clima, produção agropecuária, mercados, condições sociais e políticas públicas, reafirmando o caráter multidimensional do desenvolvimento rural. Os capítulos abordam, sob diferentes perspectivas, os impactos climáticos, as inovações produtivas, as dinâmicas de mercado e as dimensões sociais do desenvolvimento.

Ao longo da obra, destaca-se o papel da agricultura familiar e a relevância de instrumentos de política pública voltados à promoção da resiliência produtiva, da segurança alimentar e da inclusão social. Ainda que partam de enfoques distintos, os estudos dialogam entre si e compõem um conjunto articulado de análises sobre os rumos do desenvolvimento rural contemporâneo.

Espera-se que este livro contribua para o aprofundamento do debate acadêmico e para a reflexão sobre estratégias de desenvolvimento rural mais sustentáveis, resilientes e socialmente justas, servindo de referência para pesquisadores, estudantes e demais interessados no tema.

Boa Leitura!

Texto: Organizadores

Capítulo 1 – 10.47242/978-65-87959-89-4-1 ANÁLISE ESTATÍSTICA DA RELAÇÃO ENTRE A PRODUTIVIDADE DO MILHO E VARIÁVEIS CLIMÁTICAS NA REGIÃO NORDESTE (2013 – 2023).....	05
Capítulo 2 – 10.47242/978-65-87959-89-4-2 CAFEICULTURA NO MACIÇO DE BATURITÉ: AS IMPLICAÇÕES DAS TESES CEARENSES PARA O DESENVOLVIMENTO RURAL (2022-2024).....	22
Capítulo 3 – 10.47242/978-65-87959-89-4-3 COMO SE CONFIGURAM AS DINÂMICAS DO MERCADO DE TRABALHO FORMAL AGROPECUÁRIO NA FRUTICULTURA DA REGIÃO INTEGRADA DE DESENVOLVIMENTO DE PETROLINA (PE) E JUAZEIRO (BA)?.....	48
Capítulo 4 – 10.47242/978-65-87959-89-4-4 DEMANDA POR CRÉDITO RURAL E EXPANSÃO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA NO NORDESTE.....	71
Capítulo 5 – 10.47242/978-65-87959-89-4-5 IMPACTO DAS ENCHENTES NO RIO GRANDE DO SUL NO PREÇO DO ARROZ EM 2024...87	
Capítulo 6 – 10.47242/978-65-87959-89-4-6 INCLUSÃO PRODUTIVA E AGRICULTURA FAMILIAR: ANÁLISE DOS RESULTADOS DO PBSM EM SALITRE/CE.....	113
Capítulo 7 – 10.47242/978-65-87959-89-4-7 NÍVEIS DE DEGRAADAÇÃO AMBIENTAL NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO: UM ESTUDO PARA OS MUNICÍPIOS DO ESTADO DO CEARÁ, BRASIL.....	135
Capítulo 8 – 10.47242/978-65-87959-89-4-8 O CRÉDITO RURAL AGROAMIGO NO FORTALECIMENTO DA AGRICULTURA FAMILIAR NO CEARÁ.....	162
Capítulo 9 – 10.47242/978-65-87959-89-4-9 O PROCESSO DE SATISFAÇÃO DO CONSUMIDOR NO STAND DO ESTADO DO CEARÁ NA FEIRA DE NEGÓCIOS NATURALTECH.....	181
Capítulo 10 – 10.47242/978-65-87959-89-4-10 PRÁTICAS AGROECOLÓGICAS E A TERCEIRA ONDA DO CAFÉ NA SERRA DE BATURITÉ: DESAFIOS E POTENCIALIDADES PARA O TURISMO.....	201
Capítulo 11 – 10.47242/978-65-87959-89-4-11 PREVISÃO DE EMISSÃO DE GASES DO EFEITO ESTUFA (GEE) NO ESTADO DO PIAUÍ, BRASIL.....	225



ANÁLISE ESTATÍSTICA DA RELAÇÃO ENTRE A PRODUTIVIDADE DO MILHO E VARIÁVEIS CLIMÁTICAS NA REGIÃO NORDESTE (2013 – 2023)

Bianca Alves Silveira
Agrônoma (UFC)
biancaalvesilveira@gmail.com

Rafael Vítor Matos Marques
Agrônomo e mestrando do Programa de Pós-Graduação em Economia Rural (UFC)
rafaelvitor90@gmail.com

Vitor Hugo Miro Couto Silva
Professor - Programa de Pós-Graduação em Economia Rural (UFC)
vitormiro@ufc.br

Grupo de Trabalho (GT): GT1. Desafios do setor agrícola frente as mudanças climáticas

RESUMO

Este trabalho analisou a influência de variáveis climáticas, pluviosidade e temperatura média anual, sobre o rendimento do milho na Região Nordeste do Brasil, no período de 2013 a 2023. A pesquisa adotou abordagem quantitativa, com uso de dados secundários do IBGE e INMET. As análises incluíram estatística descritiva, correlação de Pearson e regressão linear múltipla, com uso do software R Studio. Os resultados revelaram que a pluviosidade tem impacto positivo e estatisticamente significativo sobre a produtividade do milho, enquanto a temperatura mostrou relação negativa, embora de baixa magnitude prática. O modelo linear ajustado apresentou um R^2 de 0,03 e o logarítmico de 0,11, indicando que os fatores climáticos explicam apenas parte da variabilidade da produtividade. Conclui-se que, apesar da importância do clima, fatores como manejo, tecnologia e políticas públicas desempenham papel crucial na produtividade agrícola regional. Recomenda-se a implementação de estratégias integradas, incluindo irrigação, desenvolvimento de cultivares resistentes e fortalecimento da assistência técnica.

Palavras-chave:

Milho;
Clima;
Produtividade agrícola

STATISTICAL ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN CORN PRODUCTIVITY AND CLIMATIC VARIABLES IN THE NORTHEAST REGION (2013–2023)

ABSTRACT

This study analyzed the influence of climatic variables — annual rainfall and average temperature — on maize yield in the Northeast Region of Brazil from 2013 to 2023. The research adopted a quantitative approach using secondary data from IBGE and INMET. The analyses involved descriptive statistics, Pearson correlation, and multiple linear regression, performed using R Studio software. Results indicated a statistically significant positive effect of rainfall on maize productivity, while temperature showed a negative relationship, although with low practical magnitude. The adjusted linear model presented an R^2 of 0.03, and the logarithmic model reached 0.11, suggesting that climatic factors explain only a small portion of yield variability. It is concluded that, despite the relevance of climate, factors such as crop management, technology, and public policies play a crucial role in regional agricultural productivity. Integrated strategies are recommended, including irrigation, development of resilient cultivars, and strengthening of technical assistance..

Keywords:

Maize;
Climate;
Agricultural productivity

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, os impactos das mudanças climáticas sobre a agricultura brasileira têm ganhado destaque, especialmente no cultivo do milho, uma das principais culturas de grãos do país. As previsões mais recentes apontam que, sem adaptações tecnológicas ou estruturais, o aumento das temperaturas e a irregularidade das chuvas devem reduzir significativamente a produtividade agrícola até 2030 (World Bank, 2013). O milho, por ser altamente sensível a variações de temperatura e umidade, tende a sofrer perdas mais severas do que outras culturas, como a soja (Gonçalves; Farias; Sibaldelli, 2019). Essa preocupação é ainda maior no Nordeste brasileiro, onde predominam condições de déficit hídrico e forte variabilidade climática.

Modelos agrometeorológicos, como DSSAT e SARRAZON, têm sido utilizados para simular os efeitos do aquecimento global sobre a produtividade do milho no Nordeste, revelando reduções significativas nas áreas de baixo risco climático e aumentos nas zonas de risco médio e alto, sobretudo durante o período chuvoso de novembro a março (Campos, 2010). Em Juazeiro (BA), por exemplo, projeções indicam que um aumento de 5 °C na temperatura média pode reduzir a produtividade do milho de 2.055 kg/ha para 1.187 kg/ha, mesmo em sistemas com rentabilidade positiva (Campos, 2010). Adicionalmente, simulações com o modelo AquaCrop indicam que, nos piores cenários climáticos (RCP8.5), a produtividade em regime de sequeiro pode cair em mais de 60%, exigindo maior demanda hídrica para manter níveis aceitáveis de produção (Martins; Tomasella; Dias, 2019).

A irregularidade das chuvas e as secas prolongadas são fatores-chave que aumentam o risco climático no semiárido nordestino, sobretudo em sistemas agrícolas familiares e de baixa mecanização (Vasconcelos et al., 2019). A produtividade do milho não depende apenas do volume de chuvas, mas da sua distribuição ao longo do ciclo da cultura, o que é particularmente problemático em municípios como Sumé (PB), onde a agricultura familiar é dominante (Porto et al., 2018). Estudos de longo prazo também mostram que os efeitos de fenômenos climáticos oceânicos, como El Niño e La Niña, influenciam diretamente os rendimentos agrícolas, com El Niño geralmente associado a perdas e La Niña a ganhos produtivos (Vasconcelos et al., 2019). Essas variações não apenas afetam a produção física, mas também influenciam dinâmicas socioeconômicas regionais, como o Produto Regional Bruto e fluxos migratórios (Pimenta, 2020).

Apesar desses desafios, o Brasil tem experimentado uma expansão significativa na produção de milho, impulsionada por ganhos tecnológicos, expansão da área cultivada e mudanças nos sistemas de cultivo (Souza et al., 2018). A produção da segunda safra (“safrinha”), favorecida pela sucessão com a soja e o uso de híbridos de alto rendimento, responde atualmente por mais de 60% da produção nacional. No entanto, o Nordeste continua apresentando os menores níveis absolutos de produtividade devido a fatores como restrições hídricas, solos menos férteis e técnicas de cultivo pouco tecnificadas (Artuzo et al., 2019). Ainda assim, experiências locais no agreste nordestino mostram que a adoção de variedades adaptadas e práticas de manejo adequadas podem alcançar produtividades superiores a 9.000 kg/ha, mesmo em condições adversas (Oliveira et al., 2010).

O problema de pesquisa deste trabalho concentra-se em compreender como os principais fatores climáticos, temperatura média anual e pluviosidade média anual, interferem na produtividade do milho no Nordeste brasileiro, ao longo do período de 2013 a 2023.

Observa-se que, apesar de avanços tecnológicos e expansão de área, os rendimentos têm

apresentado alta variabilidade espacial e temporal, sugerindo influência significativa das condições climáticas.

A justificativa para esta pesquisa reside na necessidade de gerar conhecimento aplicado que auxilie no planejamento agrícola regional e na formulação de políticas públicas voltadas à adaptação climática. Entender a sensibilidade do milho às variáveis climáticas na região permitirá orientar práticas de manejo, seleção de cultivares e investimentos em tecnologias, reduzindo riscos produtivos e fortalecendo a resiliência dos sistemas agrícolas nordestinos.

Objetivo geral:

- Estudar a interferência dos efeitos climáticos (temperatura e pluviosidade) sobre a produtividade do milho na Região Nordeste do Brasil, no período de 2013–2023.

Objetivos específicos:

- Revisar a literatura sobre mudanças climáticas e produtividade do milho, com foco no semiárido nordestino;
- Coletar e organizar, em nível municipal, dados de rendimento de milho (IBGE/PAM) e variáveis climáticas (INMET), interpolados para municípios sem estação;
- Realizar estatística descritiva para caracterizar padrões espaciais e temporais de produtividade;
- Avaliar correlações de Pearson entre rendimento, pluviosidade e temperatura;
- Ajustar modelos de regressão linear múltipla para quantificar o efeito conjunto das variáveis climáticas no rendimento;

Hipóteses:

1. Qual é a relação entre a pluviosidade média anual e o rendimento do milho na Região Nordeste? Espera-se que haja uma correlação positiva, indicando que anos com maiores volumes de chuva favorecem o aumento da produtividade.
2. Qual é o efeito da temperatura média anual sobre o rendimento do milho na Região Nordeste? Pressupõe-se que exista uma correlação negativa, ou seja, que elevações na temperatura média reduzam o rendimento médio da cultura.

Por fim, este trabalho está organizado em cinco capítulos: no Capítulo 2, apresenta-se o referencial teórico sobre clima e produtividade do milho; o Capítulo 3 descreve a metodologia de coleta, interpolação e análise dos dados (2013–2023) usando técnicas estatísticas aliadas ao software R Studio; no Capítulo 4 são expostos os resultados, mapas de produtividade, estatística descritiva, correlações e modelos de regressão, acompanhados de discussão crítica; e, finalmente, no Capítulo 5, apresentam-se as conclusões, limitações do estudo e recomendações para pesquisas futuras e políticas públicas.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A presente pesquisa tem por finalidade analisar os efeitos de variáveis climáticas sobre a produtividade do milho na Região Nordeste do Brasil, ao longo do período de 2013 a 2023. Para isso, adotou-se uma abordagem metodológica de caráter quantitativo e descritivo, com o uso exclusivo de dados secundários. A investigação orientou-se pela aplicação de técnicas estatísticas, aliadas a ferramentas computacionais de manipulação e análise de dados, com vistas a construir uma análise robusta e regionalmente representativa da relação entre clima e produtividade agrícola.

A etapa inicial consistiu em uma ampla pesquisa bibliográfica, cujo propósito foi embasar teoricamente os fundamentos do estudo e fornecer diretrizes metodológicas adequadas para a condução das análises. Foram utilizados mecanismos de busca científica como Google Acadêmico, SciELO, Portal de Periódicos da CAPES e o repositório institucional da Embrapa, de onde se extraiu literatura especializada a respeito da cultura do milho no Nordeste, bem como estudos correlatos que abordassem a variabilidade climática e modelagem estatística da produtividade agrícola. Essa fundamentação respaldou tanto a seleção das variáveis quanto a estratégia de análise adotada.

O recorte espacial delimitado contempla todos os municípios situados nos nove estados que compõem a Região Nordeste, abrangendo, assim, uma diversidade significativa de condições edafoclimáticas, socioeconômicas e produtivas. Ao todo, consideraram-se os dados referentes a 1.794 municípios. Já o recorte temporal estabelecido compreende um intervalo de onze anos consecutivos, de 2013 a 2023. Essa série histórica foi escolhida com o intuito de possibilitar uma análise longitudinal suficientemente ampla para a identificação de padrões e anomalias, respeitando a disponibilidade dos dados mais recentes em fontes oficiais.

As variáveis analisadas foram selecionadas com base na literatura e na viabilidade de obtenção dos dados em escala municipal. A variável dependente foi o rendimento médio do milho, expressa em quilogramas por hectare (kg/ha), obtida junto à Pesquisa Agrícola Municipal (PAM), divulgada anualmente pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). As variáveis independentes corresponderam à temperatura média anual, medida em graus Celsius (°C), e à pluviosidade média anual, expressa em milímetros (mm), cujos valores foram extraídos do banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Tabela 1 – Descrição das variáveis utilizadas

Variável	Unidade	Tipo	Natureza	Fonte
Rendimento médio do milho	kg/ha	Quantitativa contínua	Secundária	IBGE – PAM
Pluviosidade média anual	mm	Quantitativa contínua	Secundária	INMET / interpolação
Temperatura média anual	°C	Quantitativa contínua	Secundária	INMET / interpolação
Dummy de safra (2013–2023)	—	Qualitativa binária	Derivada	Criada a partir do banco de dados

Fonte: Elaborada pela autora.

No entanto, como nem todos os municípios nordestinos possuem estações meteorológicas instaladas, foi necessário proceder à estimativa dos dados climáticos para localidades sem cobertura direta. Para tanto, utilizou-se a técnica de interpolação espacial, aplicada sobre os dados observados em pontos com estação, com base nas coordenadas geográficas de cada município.

Todo o processo de coleta, limpeza e análise estatística dos dados foi conduzido no ambiente de programação R Studio, utilizando pacotes especializados como *sidrar*, *tidyverse*, *ggplot2*, *ggthemes*, *sf*, *geobr*, *readxl*, *writexl*, *plotly*, *report* e *kableExtra*. A opção por esta ferramenta justifica-se por sua robustez, capacidade de automatização de tarefas e ampla aceitação na comunidade científica.

Com os dados devidamente consolidados e organizados em um único banco, procedeu-se à padronização das variáveis e à identificação e tratamento de valores ausentes, outliers e inconsistências. Também foi realizada a criação de variáveis *dummies* correspondentes a cada ano da série, com o objetivo de isolar os efeitos temporais fixos e facilitar a interpretação dos modelos estatísticos. Por exemplo, para cada ano entre 2013 e 2023, foi criada uma variável *dummy* binária, que assume valor 1 quando a observação pertence ao ano correspondente, e 0 nos demais casos.

As análises estatísticas foram iniciadas por meio da estatística descritiva, buscando caracterizar o comportamento das variáveis ao longo do tempo e entre os municípios. Foram calculadas médias, valores máximos e mínimos, além de coeficientes de variação, o que permitiu identificar variações espaciais e temporais na produtividade do milho, bem como padrões climáticos predominantes. Em seguida, aplicou-se o coeficiente de correlação de Pearson para avaliar a associação linear entre as variáveis independentes (temperatura e pluviosidade) e a variável dependente (rendimento do milho).

Com base nos pressupostos da teoria da regressão linear, foi estruturado um modelo de regressão multivariada com variáveis explicativas contínuas (pluviosidade e

temperatura) e *dummies* anuais como variáveis indicadoras. O modelo geral pode ser representado pela equação 1:

$$\hat{Y}_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 \cdot P_{i,t} + \beta_2 \cdot T_{i,t} + \sum_{k=2014}^{2023} \gamma_k \cdot D_k + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

onde:

- $\hat{Y}_{i,t}$ representa o rendimento médio de milho no município i no ano t ;
- $P_{i,t}$ e $T_{i,t}$ são os valores de pluviosidade e temperatura média anual, respectivamente;
- D_k são as variáveis dummy para os anos de 2014 a 2023 (2013 é a base de comparação);
- $\varepsilon_{i,t}$ representa o termo de erro aleatório.

Considerando a transformação logarítmica aplicada tanto à variável resposta quanto às explicativas contínuas, definiu-se um modelo de regressão múltipla log-log que incorpora pluviosidade e temperatura médias anuais, além de variáveis *dummy* para controlar efeitos de cada exercício. A forma geral deste modelo é apresentada na equação 2:

$$\ln(\hat{Y}_{i,t}) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln(P_{i,t}) + \beta_2 \cdot \ln(T_{i,t}) + \sum_{k=2014}^{2023} \gamma_k \cdot D_k + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

onde:

- $\ln(\hat{Y}_{i,t})$ corresponde ao logaritmo do rendimento médio de milho no município i no ano t ;
- $\ln(P_{i,t})$ e $\ln(T_{i,t})$ são os logaritmos da pluviosidade e da temperatura médias anuais, respectivamente;
- D_k são variáveis indicadoras para cada ano de 2014 a 2023 (sendo 2013 a categoria de referência);
- $\varepsilon_{i,t}$ denota o termo de erro aleatório.

Nesse arranjo log-log, os coeficientes β_1 e β_2 representam elasticidades, ou seja, a variação percentual esperada no rendimento quando as variáveis climáticas sofrem variação percentual unitária, ao passo que as *dummies* capturam mudanças estruturais específicas de cada ano.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste segmento, serão apresentados e discutidos os resultados das análises estatísticas realizadas para avaliar a relação dos efeitos climáticos sobre a produtividade de milho no nordeste brasileiro no período de 2013 a 2023.

Os mapas visuais para os anos selecionados (2013, 2015, 2017, 2019, 2021, 2023) mostram a distribuição espacial do rendimento do milho em kg/ha na região NE, como visto na Figura 1.

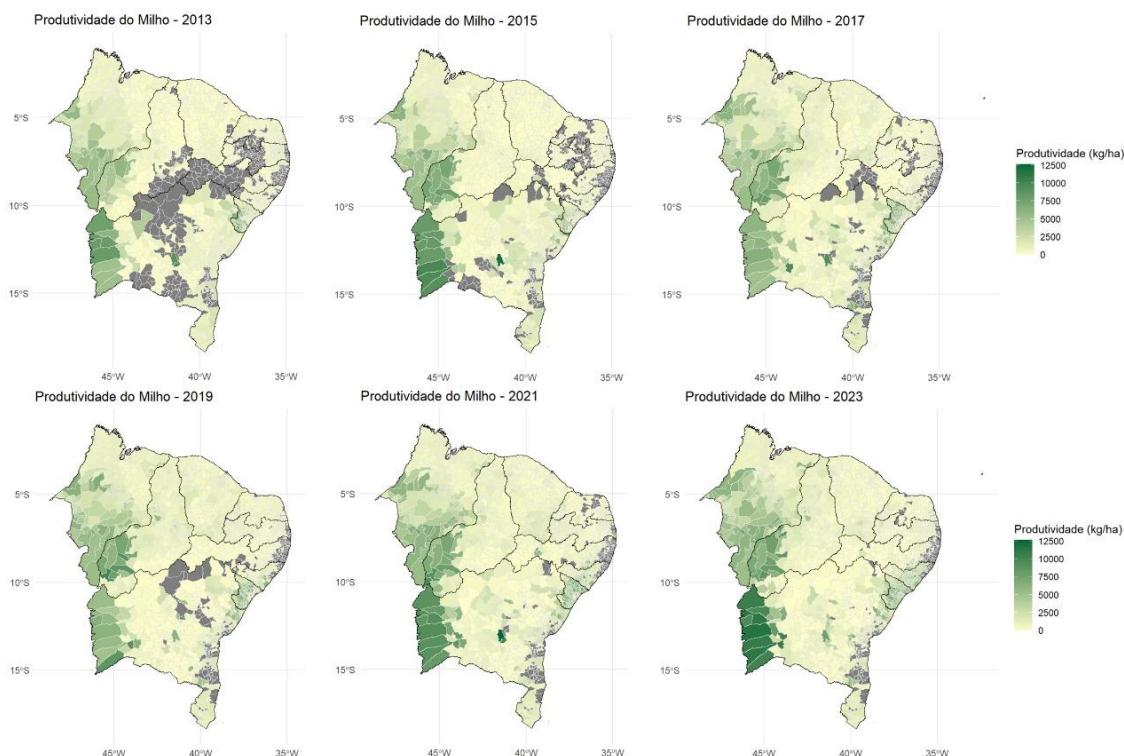


Figura 1 – Produtividade do Milho (2013-2023)

Fonte: Elaborado pela autora.

Observando os mapas de produtividade de milho no Nordeste brasileiro, verifica-se que as áreas de maior rendimento, representadas pelas cores mais escuras na escala verde, correspondentes a valores entre $7\ 500\ kg\ ha^{-1}$ e $12\ 500\ kg\ ha^{-1}$, concentram-se predominantemente na porção oeste da região, especialmente em municípios do oeste da Bahia e do sul do Piauí. Por sua vez, a maior parte do Nordeste apresenta rendimentos inferiores com cores claras, abaixo de $2\ 500\ kg\ ha^{-1}$ ou $5\ 000\ kg\ ha^{-1}$. Ademais, não se observa tendência visual clara de alterações significativas na distribuição espacial das áreas de

alto rendimento ao longo dos anos analisados, indicando estabilidade relativa na localização geográfica dessas áreas. Todavia na região mais central do Nordeste é possível observar o surgimento de municípios, que antes não apresentavam nenhuma produtividade, representados em cor cinza, porém vieram a apresentar uma pequena produtividade ao longo dos anos.

A lista abaixo destaca os municípios que, em média ao longo do período analisado (2013-2023), obtiveram os maiores rendimentos de milho (Tabela 2).

Tabela 2 – Top 10 municípios com maior média de produtividade.

Município	Média (kg/ha)
Mucugê - BA	8619,55
São Desidério - BA	8315,36
Barreiras - BA	8282,09
Formosa do Rio Preto - BA	7989,91
Luís Eduardo Magalhães - BA	7936,27
Correntina - BA	7743,09
Cocos - BA	7658,64
Jaborandi - BA	7603,09
Gilbués - PI	7498,46
Riachão das Neves - BA	7037,18

Fonte: PAM/IBGE, 2025

A maioria desses municípios está localizada na Bahia, com um município no Piauí. Os valores de média de rendimento para esses municípios são bastante altos, variando de aproximadamente 7000 kg/ha a mais de 8600 kg/ha. Isso indica a existência de polos de alta produtividade na região NE, concentrados no oeste da Bahia e sul do Piauí, provavelmente beneficiados por condições climáticas, solo, manejo ou tecnologia mais adequados para a cultura do milho em larga escala.

Na Tabela 3, são identificados municípios que tiveram os maiores aumentos percentuais no rendimento ao longo do período.

Tabela 3 – Top 10 maiores crescimentos relativos.

Município	Variação Relativa (%)
Caracol - PI	6700,00
São Félix do Coribe - BA	5753,89
São João da Canabrava - PI	5042,86
Anísio de Abreu - PI	4900,00
São Braz do Piauí - PI	4318,18
Tamboril do Piauí - PI	4135,29
Santa Helena - PB	3788,89
Cocal de Telha - PI	3776,19
Santo Inácio do Piauí - PI	3650,00
São José do Piauí - PI	3500,00

Fonte: PAM/IBGE, 2025

É notável que muitos desses municípios pertencem ao Piauí, apresentando crescimentos relativos extremamente elevados, na faixa de aproximadamente 3 500 % a 6 700 %. Porém, embora um índice de crescimento relativo elevado seja, em princípio, favorável, é fundamental levar em conta o ponto de partida, nos municípios com rendimento inicial muito baixo, próximo de zero, podem exibir aumentos percentuais gigantescos a partir de incrementos absolutos modestos na produtividade. Portanto, um alto crescimento relativo não implica necessariamente em um elevado rendimento absoluto, sendo necessário também analisar a média de produtividade para obter uma visão completa do cenário.

Na Tabela 4, mostra a lista dos municípios que sofreram as maiores quedas percentuais no rendimento.

Tabela 4 – Top 10 maiores declínios relativos

Município	Variação Relativa (%)
Tanquinho - BA	-99,88
São Vicente - RN	-99,68
Ichu - BA	-99,52
Capela do Alto Alegre - BA	-98,81
Riachão do Jacuípe - BA	-98,81
Baixa Grande - BA	-98,67
Várzea da Roça - BA	-98,62
Mairi - BA	-98,57
Barra - BA	-98,53
Santaluz - BA	-98,40

Fonte: PAM/IBGE, 2025

Analizando a tabela acima, é possível observar que todos os municípios citados são dos estados da Bahia e Rio Grande do Norte, apresentando um declínio acentuado de produtividade. Esse cenário indica uma quase completa paralisação ou falência massiva da produção de milho nesses locais em algum momento do período analisado. As causas para quedas tão drásticas podem ser diversas, incluindo secas severas, ataques de pragas ou doenças, mudanças no uso da terra ou ainda problemas socioeconômicos que tornaram inviável a continuidade da cultura.

São listados na Tabela 5, os municípios onde a produtividade de milho variou mais significativamente de um ano para outro, medido pelo desvio padrão da produtividade.

Tabela 5 – Top 10 municípios com maior variabilidade na produtividade

Município	Desvio Padrão (kg/ha)
Ibicoara - BA	4358,91
São Félix do Coribe - BA	3693,75
Mucugê - BA	3455,73
Santana - BA	3321,39
Landri Sales - PI	3321,11
Macaparana - PE	3277,50
Anadia - AL	3255,38
São Joaquim do Monte - PE	3211,68
Barreiras do Piauí - PI	3182,47
Wanderley - BA	2619,17

Fonte: PAM/IBGE, 2025

Os valores de desvio padrão apresentados acima, se mostraram altos, entre aproximadamente 2600 e 4300 kg/ha, especialmente quando comparados às médias de produtividade da maioria dos municípios da região, como mostrado na Figura 2, onde as médias parecem ser inferiores a 5000 kg/ha na maioria das áreas. A alta variabilidade indica que a produção de milho é altamente instável nesses locais, o que dificulta o planejamento e aumenta o risco para os produtores. Essa instabilidade pode ser causada por grande sensibilidade às condições climáticas anuais como a pluviosidade, temperatura ou outros fatores que apresentam alta variabilidade.

As correlações entre produtividade de milho, temperatura do ar, pluviosidade média anual e os anos, são listados na Tabela 6.

Tabela 6 – Correlação - Produtividade x Temperatura x Pluviosidade

VARIÁVEIS	CORRELAÇÃO
rendimento	1,00
pluviosidade	0,06
temperatura	-0,06

Fonte: Elaborada pela autora.

A correlação entre rendimento e pluviosidade foi positiva e estatisticamente significativa ($p < 0,001$), porém muito fraca apresentando o valor de $r = 0,06$, indicando uma tendência sutil de aumento na produtividade com mais precipitação, mas sem impacto prático relevante. A correlação com a temperatura é igualmente fraca, porém negativa com valor $r = -0,06$, sugerindo uma leve queda no rendimento com o aumento térmico. Apesar da significância estatística, ambas as relações apresentam baixa relevância prática.

A Tabela 7, apresenta os coeficientes estimados do modelo de regressão linear múltipla aplicado para avaliar os fatores que influenciam o rendimento do milho ao longo dos anos analisados.

Tabela 7 – Coeficientes do modelo de regressão linear múltipla

TERMO	ESTIMATIVA	ERRO PADRÃO	VALOR-t	p-VALOR	GRAU DE SIGNIF.
Intercesto	1.205,8017	231,4950	5,209	< 0,0001	***
Pluviosidade	0,4820	0,0437	11,027	< 0,0001	***
Temperatura	-27,5055	8,4290	-3,263	0,0011	**
Ano 2014	70,5557	50,7239	1,391	0,1643	Ns
Ano 2015	151,7269	51,7930	2,929	0,0034	**
Ano 2016	27,7620	52,2330	0,532	0,5951	Ns
Ano 2017	273,0548	50,8688	5,368	< 0,0001	***
Ano 2018	256,3210	50,9854	5,027	< 0,0001	***
Ano 2019	344,6542	50,8922	6,772	< 0,0001	***
Ano 2020	614,3704	50,9456	12,059	< 0,0001	***
Ano 2021	519,7895	51,0747	10,177	< 0,0001	***
Ano 2022	526,8291	52,6992	9,997	< 0,0001	***
Ano 2023	583,6843	51,5312	11,327	< 0,0001	***

Estatísticas do Modelo:

Erro padrão residual	1.369
Graus de liberdade dos resíduos	17.062
R ² (R-quadrado)	0,0279
R ² ajustado	0,0272
Estatística F (F-statistic)	40,84
p-valor (da estatística F)	< 0,001

Fonte: Elaborada pela autora.

Notas:

- Grau de significância: “***” $p < 0,001$; “**” $p < 0,01$; “*” $p < 0,05$; “.” $p < 0,1$; “ns” não significativo.
- Os anos são tratados como variáveis fatoriais (efeitos fixos).

No modelo de regressão apresentado na Tabela 7, o valor de R² ajustado é de 0,03, isso significa que as variáveis incluídas no modelo como pluviosidade, temperatura e os efeitos dos anos, explicam apenas 3% da variabilidade total no rendimento do milho. Já a pluviosidade demonstrou efeito estatisticamente significativo e positivo ($\beta = 0,48$; $p < 0,001$), indicando que cada unidade adicional de pluviosidade está associada a um aumento de 0,48 kg/ha no rendimento. Todavia, a temperatura mostrou um efeito estatisticamente significativo e negativo ($\beta = -27,51$; $p = 0,001$), revelando que cada grau a mais está relacionado a uma redução média de 27,51 kg/ha na produtividade. Além disso, muitos dos efeitos dos *dummies* de ano foram positivos e significativos em comparação ao ano base, como por exemplo o ano de 2013, sugerindo uma tendência de aumento na produtividade ao longo do período analisado, mesmo após o controle dos efeitos lineares da pluviosidade e temperatura. Esse padrão pode indicar avanços tecnológicos, melhorias nas práticas de manejo ou outros fatores não explicados pelas variáveis ambientais simples incluídas no modelo. Os coeficientes estimados do modelo de regressão logarítmica, exibidos na Tabela 8, foram construídos com o objetivo de investigar a relação entre variáveis climáticas, pluviosidade e temperatura, e a produtividade do milho, considerando também os efeitos fixos dos anos analisados.

Tabela 8 – Coeficientes do modelo de regressão logarítmica

TERMO	ESTIMATIVA	ERRO PADRÃO	VALOR-t	p-VALOR	GRAU DE SIGNIF.
Intercepto	1,530	0,601	2,544	0,01096	*
Pluviosidade	0,571	0,020	29,076	< 0,0001	***
Temperatura	0,265	0,172	1,540	0,1237	ns
Ano 2014	0,133	0,040	3,292	0,0010	***
Ano 2015	0,078	0,041	1,887	0,05912	.
Ano 2016	-0,076	0,042	-1,820	0,06877	.
Ano 2017	0,315	0,041	7,755	< 0,0001	***
Ano 2018	0,477	0,041	11,735	< 0,0001	***
Ano 2019	0,499	0,041	12,306	< 0,0001	***
Ano 2020	0,853	0,041	20,987	< 0,0001	***
Ano 2021	0,655	0,041	16,090	< 0,0001	***
Ano 2022	0,887	0,043	20,752	< 0,0001	***
Ano 2023	0,680	0,041	16,466	< 0,0001	***
Estatísticas do Modelo:					
Erro padrão residual			1,093		
Graus de liberdade dos resíduos			17.062		
R ² (R-quadrado)			0,0981		
R ² ajustado			0,0975		
Estatística F (F-statistic)			154,7		
p-valor (da estatística F)			< 0,0001		

Fonte: Elaborada pela autora.

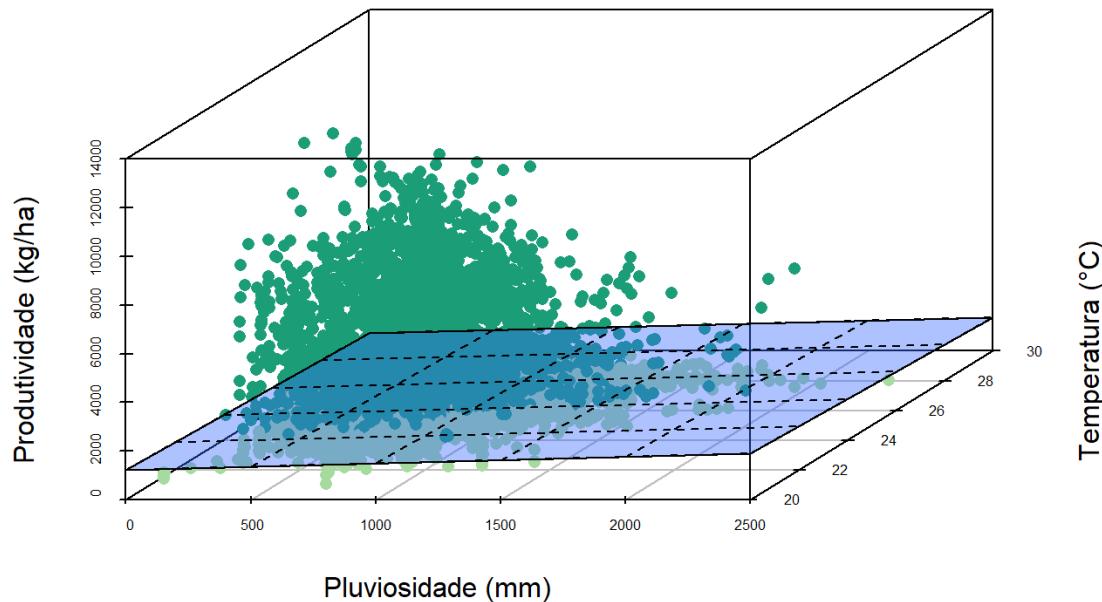
Notas:

- Grau de significância: “***” $p < 0,001$; “**” $p < 0,01$; “*” $p < 0,05$; “.” $p < 0,1$; “ns” não significativo.
- Os anos são tratados como variáveis fatoriais (efeitos fixos).

O modelo apresentado na Tabela 8, revelou um R^2 ajustado de 0,0975, o que explica 9,75% da variabilidade total no rendimento, representando uma melhoria em relação ao modelo anterior (Tabela 7), em termos de poder explicativo, embora ainda seja considerado fraco. A pluviosidade manteve um efeito estatisticamente significativo e positivo ($\beta = 0,571$; $p < 0,001$), coerente com o resultado da regressão linear, reforçando a associação entre maior volume de chuva e aumento na produtividade. Já a temperatura apresentou um efeito positivo, porém estatisticamente não significativo ($\beta = 0,265$; $p = 0,1237$), sugerindo que, neste modelo, não há evidência suficiente para afirmar que a temperatura tem um impacto linear consistente no rendimento após o controle das demais variáveis. Essa divergência em relação ao primeiro modelo pode estar relacionada a diferenças na definição das variáveis ou na estrutura do modelo, destacando que as conclusões sobre efeitos individuais podem ser sensíveis à especificação adotada. Por fim, os efeitos dos *dummies* de ano continuam na maioria positivos e estatisticamente significativos em relação ao ano base, reforçando a tendência de aumento da produtividade ao longo do tempo, independentemente das variações de temperatura e pluviosidade.

A relação entre as variáveis explicativas (pluviosidade e temperatura) e a variável dependente (produtividade) é apresentada no Gráfico 1, logo abaixo.

Gráfico 1 – Regressão Linear Múltipla (2013-2023)



Fonte: Elaborado pela autora.

Conforme ilustra a superfície de regressão tridimensional (Gráfico 1), observa-se que a produtividade do milho (kg ha^{-1}) tende a aumentar progressivamente com o acréscimo da pluviosidade (mm), enquanto se reduz à medida que a temperatura média ($^{\circ}\text{C}$) eleva-se. Em regiões de pluviosidade mais elevada, acima de 1 000 mm, a maior concentração de pontos encontra-se acima de $6\,000 \text{ kg ha}^{-1}$, ao passo que, para temperaturas superiores a $26\,^{\circ}\text{C}$, ocorre decréscimo da produtividade, posicionando os pontos de dispersão abaixo da superfície de ajuste. A inclinação positiva do plano em relação ao eixo da pluviosidade e a inclinação negativa em relação ao eixo da temperatura confirmam visualmente as estimativas de coeficiente obtidas (pluviosidade = 0,4820; temperatura = -27,5055), indicando impacto simultâneo e oposto desses fatores climáticos sobre o rendimento médio do milho no período de 2013 a 2023.

4 CONCLUSÃO

Este trabalho investigou, para o período de 2013 a 2023, de que modo a variação média anual de pluviosidade e de temperatura afeta o rendimento do milho no Nordeste brasileiro ao longo dos anos. A análise estatística indicou que o volume de chuvas tem efeito positivo e robusto sobre a produtividade, enquanto o aumento da temperatura média, quando avaliado pelo modelo linear, mostrou-se associado a perdas na produção. Ainda que a força dessas relações seja moderada, elas se mostram consistentes e estatisticamente relevantes.

Os modelos de regressão revelaram que apenas uma pequena fração da variabilidade do rendimento é explicada pelas variáveis climáticas, cerca de 3 % no ajuste linear e 11 % na forma logarítmica. Esse baixo poder explicativo sugere que aspectos como práticas de cultivo, escolha de cultivares híbridas, manejo do solo e políticas de apoio desempenham papel decisivo na capacidade produtiva. A correlação de Pearson confirmou as tendências de precipitação e temperatura, porém com coeficientes que indicam relevâncias práticas reduzidas.

Diante disso, consideram-se confirmadas as hipóteses de influência positiva da pluviosidade e de influência negativa da temperatura sobre o rendimento do milho, ainda que o efeito térmico mostre menor consistência em abordagens não lineares. Esses achados ressaltam a necessidade de complementar estratégias climáticas com ações que atuem diretamente na capacidade de adaptação do sistema agrícola, indo além da análise puramente meteorológica.

Propõe se, portanto, políticas integradas de incentivo à irrigação eficiente, com uso de microaspersão e cisternas, ao desenvolvimento e difusão de cultivares tolerantes ao calor e à seca, ao fortalecimento da assistência técnica e extensão rural, e ao aprimoramento dos mecanismos de seguro agrícola com critérios regionais que contemplem pequenos produtores. Adicionalmente, recomenda-se a expansão de redes de monitoramento meteorológico para alertas antecipados e linhas de crédito com juros diferenciados para tecnologias climáticas inteligentes. Futuras pesquisas podem explorar interações entre variáveis socioeconômicas e edafoclimáticas, bem como modelagens espaciais mais detalhadas, a fim de orientar ações públicas ainda mais eficazes.

REFERÊNCIAS

ARTUZO, Felipe Dalzotto; FOGUESATTO, Cristian Rogério; MACHADO, João Armando Dessimon; OLIVEIRA, Letícia de; SOUZA, Ângela Rozane Leal de. O POTENCIAL PRODUTIVO BRASILEIRO: UMA ANÁLISE HISTÓRICA DA PRODUÇÃO DE MILHO. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, [S. l.], v. 12, n. 2, p. 515–540, 2019. DOI: 10.17765/2176-9168.2019v12n2p515-540. Disponível em: <https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/5327>. Acesso em: 19 maio. 2025.

CAMPOS, João Hugo Baracuy da Cunha. **Impactos das alterações climáticas sobre a área de cultivo e produtividade de milho e feijão no Nordeste do Brasil usando modelagem agrometeorológica**. 2010. 93 f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2010. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/1876>. Acesso em: 20 maio 2025.

DE SOUZA, Aguinaldo Eduardo; DOS REIS, João Gilberto Mendes; RAYMUNDO, Julio Cezar; PINTO, Roberta Soral. ESTUDO DA PRODUÇÃO DO MILHO NO BRASIL: REGIÕES PRODUTORAS, EXPORTAÇÃO E PERSPECTIVAS. **South American Development Society Journal**, [S. l.], v. 4, n. 11, p. 182, 2018. DOI: 10.24325/issn.2446-5763.v4i11p182-194. Disponível em: <https://www.sadsj.org/index.php/revista/article/view/150>. Acesso em: 6 maio. 2025.

GONCALVES, S. L.; FARIA, J. R. B.; SIBALDELLI, R. N. R. Eventos climáticos adversos e seus impactos para as culturas de soja, milho e trigo no Brasil. Londrina: Embrapa Soja, 2019. 48 p. (Embrapa Soja. **Documentos**, 420). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1117026>. Acesso em: 6 maio 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa Agrícola Municipal – PAM**, 2023. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em: 10 abr. 2025.

MARTINS, Minella; TOMASELLA, Javier; DIAS, Cássia. **Impacto das mudanças climáticas na produtividade e demanda hídrica do milho no Nordeste brasileiro**.

2019. Disponível em:
https://www.researchgate.net/publication/334466107_IMPACTO_DAS_MUDANCAS_CLIMATICAS_NA_PRODUTIVIDADE_E_DEMANDA_HIDRICA_DO_MILHO_NO_NORDESTE_BRASILEIRO. Acesso em: 20 maio 2025.

OLIVEIRA, I. R. de et al. Potencialidade produtiva do milho no Nordeste baiano e Agreste sergipano no ano agrícola de 2009. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2010. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. **Comunicado Técnico**, 110). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/884895>. Acesso em: 19 maio 2025.

PIMENTA, Bruno Proença Pacheco. **Mudanças climáticas e secas no Brasil: uma análise espacial integrada a partir de modelos IEGC e monitoramento climático no semiárido brasileiro**. 2020. Dissertação (Mestrado em Teoria Econômica) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020. DOI: 10.11606/D.12.2020.tde-15102020-101650. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/D.12.2020.tde-15102020-101650>. Acesso em: 16 jul. 2025.

PORTO, Halanna Campos; et al. Influência climática na produção de milho (*Zea mays L.*) no município de Sumé-PB. In: CONGRESSO NACIONAL DE DEFESA DOS DIREITOS DA PESSOA COM DEFICIÊNCIA E DOIDOS, 2018, Campina Grande. Anais [...]. Campina Grande: **Realize Editora**, 2018. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/50721>. Acesso em: 19 maio 2025.

R CORE TEAM. R: A Language and Environment for Statistical Computing. Viena: **R Foundation for Statistical Computing**, 2025. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 10 abr. 2025.

VASCONCELOS, T. S. et al. Variabilidade Pluviométrica no Ceará e suas Relações com o Cultivo de Milho, Feijão-Caupi e Mandioca (1987-2016). **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 34, n. 3, p. 431–438, jul. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-7786343053>. Acesso em: 19 maio 2025.

WORLD BANK GROUP. *Brazil - impacts of climate change on Brazilian agriculture: Brasil - impactos das mudanças climáticas na produção agrícola brasileira*. Washington, DC: **World Bank Group**, 2013. Disponível em: <http://documents.worldbank.org/curated/en/364151468237586291>. Acesso em: 04 jun. 2025.



CAFEICULTURA NO MACIÇO DE BATURITÉ: AS IMPLICAÇÕES DAS TESES CEARENSES PARA O DESENVOLVIMENTO RURAL (2022-2024)

Francisco Laercio Pereira Braga

Universidade Estadual do Ceará (FECISC/UECE)

E-mail: laercio.braga@uece.br

Selma Maria Peixoto Alcantara

Universidade Federal do Ceará (UFC)

E-mail: selmaalcantara@gmail.com

Grupo de Trabalho (GT): GT3. Política Agrária, Desenvolvimento Rural e Agricultura

RESUMO

O Maciço de Baturité representa uma importante região cafeeira cearense, cuja atividade se destaca pelo sistema de cultivo agroflorestal. Por essa característica, essa região tem se tornado importante objeto de estudo para pesquisas científicas recentes. Neste contexto, o presente artigo analisou as contribuições das teses desenvolvidas em programas de pós-graduação sobre produção de café sombreado no Maciço de Baturité, no período de 2022 a 2024, para a formulação de políticas públicas de desenvolvimento rural. A pesquisa adotou uma abordagem qualitativa de natureza exploratória, baseada em arquivos de teses acadêmicas selecionadas em repositórios institucionais das universidades cearenses. A análise dos dados foi realizada por meio do software IRaMuTeq para processamento lexical dos textos. Os principais resultados evidenciaram que o cultivo de café em sistemas agroflorestal/sombreamento representa um novo paradigma produtivo sustentável. Além disso, reforçou a importância da “Rota Verde do Café” na integração da cafeicultura com o turismo rural, com a valorização da cultura imaterial e histórico da região. Dessa maneira, a formulação das políticas públicas de desenvolvimento rural precisa reforçar a valorização da cultura e da história, alinhando-os aos conhecimentos e práticas tradicionais de adaptação das mudanças climáticas.

Palavras-chave:

Agroflorestal;
Sustentabilidade;
Agricultura familiar;
Café sombreado

COFFEE FARMING IN THE BATURITÉ MASSIF: THE IMPLICATIONS OF CEARENSE THESES FOR RURAL DEVELOPMENT (2022–2024)

ABSTRACT

The Baturité Massif represents an important coffee-growing region in Ceará, where production is notable for its agroforestry cultivation system. Due to this characteristic, the region has become a significant subject of study for recent scientific research. In this context, the present article analyzed the contributions of theses developed in graduate programs on shaded coffee production in the Baturité Massif, covering the period from 2022 to 2024, to the formulation of public policies for rural development. The research adopted a qualitative, exploratory approach, based on academic thesis archives selected from institutional repositories of universities in Ceará. Data analysis was carried out using the IRaMuTeq software for lexical processing of the texts. The main results showed that coffee cultivation in agroforestry/shading systems represents a new sustainable production paradigm. In addition, it reinforced the importance of the “Green Coffee Route” in integrating coffee production with rural tourism, valuing the region’s intangible and historical culture. In this way, the formulation of rural development public policies needs to strengthen the appreciation of culture and history, aligning them with traditional knowledge and practices for adapting to climate change.

Keywords:

Agroforestry;
Sustainability;
Family farming;
Shaded coffee

1 INTRODU O

Em diversas regiões do mundo, devido às crises e mudanças do mercado consumidor, a at vidade cafeeira tornou-se uma das atividades centrais que passaram por significativas transforma es ao longo dos séculos XX e XXI (Coelho; Ferreira, 2018; Braga *et al.*, 2023; Braga *et al.*, 2024). Entre as mudanças, destaca-se a consolida o e a valoriza o dos cafés especiais, diferenciais e *gourmet*, beneficiados, por sua vez, pela ado o de novas tecnologias, práticas de manejo e novas estratégias de comercializa o que agregam, ao mesmo tempo, valor   produ o e elevam a competitividade no mercado (Anh *et al.*, 2019; Paseto *et al.*, 2018; Braga *et al.*, 2024).   nesse cenário que os produtores de café sombreado (agroflorestal) da região do Maciço de Baturité estão buscando revitalizar os cafezais nas propriedades (Farias; Farias, 2022; Ribeiro; Lima; Loiola, 2024).

A lavoura cafeeira do Maciço de Baturité, estado do Ceará, est a presente na \'rea de Prote o Ambiental (APA) da região e ocupa lugar de destaque para o ecossistema local e economia regional, com a utiliza o da terminologia “sombreado”, ou “ecológico” ou agroflorestal” por não utilizar agrotóxico e adubos químicos e, também, por utilizar o cultivo consorciada com arvores como, por exemplo, *Inga fagifolia* (*Inga bahiensis Benth*) (Ribeiro; Rufino, 2018; Ribeiro; Lima; Loiola, 2023; Braga *et al.*, 2024). Ademais, essa cultura agrícola da região passou por tr s transforma es importantes, são elas: a primeira foi a fase de sol

pleno, seguida pela fase de sol e sombra (fase intermediária) e, por último, a fase atual de sombreamento (Ribeiro; Lima; Loiola, 2023).

O café da serra de Baturité é centenário e foi, por muitos anos, motor de mudanças urbanas na região e responsável, em parte, pelo patrimônio histórico e cultural, sendo considerado o “ouro” do Baturité (Braga; Campos, 2023). Em 2005, o grupo de produtores foi caracterizado como um Arranjo Produtivo Local (APL) no Ceará (Ceará, 2005), sendo confirmado, em 2022, por Braga (2022), em que a rede atual de produtores conta com a interação de pequenos produtores, associações – AfloraCafé e Ecocafé -, apoio de instituições como o Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) e o poder público municipal que estão, conjuntamente, articulando-se para a revitalização dos cafezais e a criação da Identidade Geográfica (IG do Café) (Braga, 2022; Braga; Campos, 2022).

Entretanto, apesar da representatividade econômica da atividade cafeeira – em termos de área plantada e volume produzido (com queda de produção em Aratuba, Baturité e Pacoti entre 2013 e 2022) – ser baixa no contexto regional e estadual, a atividade consegue manter sua importância para a geração de mão de obra e renda (Braga, 2022; Braga *et al.*, 2023; Alcantara; Araújo; Braga, 2024).

Com essas conexões, tem-se a seguinte questão de pesquisa: quais contribuições as teses sobre produção de café sombreado no Maciço de Baturité, defendidas entre 2022 e 2024, oferecem para a formulação de políticas públicas de desenvolvimento rural? Assim, este artigo visa analisar as contribuições das teses desenvolvidas em programas de pós-graduação sobre produção de café sombreado no Maciço de Baturité, no período de 2022 a 2024, para a formulação de políticas públicas de desenvolvimento rural. Para isso, utiliza-se dos aspectos qualitativo, descritivo e exploratório a partir das considerações finais dos produtos contidos nas teses acadêmicas cearenses, com uso do instrumento de análise lexical.

A justificativa do estudo sobre o café sombreado do Maciço de Baturité pousa-se no fato de que é um tema que ainda atrai pesquisas relacionadas a produção local (Alcantara; Araújo; Braga, 2024). Isso ocorre devido essa produção cafeeira se adaptar ao ecossistema local sem agrotóxicos ou adubos químicos, convivendo em harmonia com a floresta. Além disso, a atividade local consegue manter seu valor ambiental, cultural e histórico entre os produtores locais (Alcantara; Araújo; Braga, 2024).

Nesta esteira, por um lado, o levantamento deste artigo contribuirá para o potencial compartilhamento e valorização científica dos resultados das pesquisas desenvolvidas, no campo da economia rural, com outros representantes da sociedade acadêmica local, de modo a fortalecer as discussões sobre a elaboração de políticas públicas de desenvolvimento rural.

Por outro lado, torna-se um instrumento importante de devolutiva para sociedade não acadêmica sobre o estímulo à pesquisa que a Universidade oferece por meio de seus programas de pós-graduação.

Este artigo estará composto de seis seções, incluindo esta introdução. A seção a seguir abordará aspectos teóricos da importância da atividade cafeeira em regiões de preservação. Em seguida, apresenta-se o percurso metodológico. Na quarta seção, tem-se a apresentação dos resultados. Por fim, na seção cinco, as considerações finais.

2 PESQUISA CIENTÍFICA NO CONTEXTO DA CAFEICULTURA

A pesquisa científica tem se consolidado como força motriz para o desenvolvimento da agricultura, especialmente na atividade cafeeira. As instituições de pesquisa, dentre elas as universidades, têm desempenhado um papel fundamental na produção de conhecimento técnico-científico, identificando as limitações e propondo soluções para o setor cafeeiro. A análise bibliométrica conduzida por Madrid-Casaca *et al.* (2021) permitiram traçar um panorama global das investigações científicas voltadas à agronomia da cafeicultura. O estudo revelou três áreas temáticas de maior destaque, a sustentabilidade ambiental relacionada à silvicultura, as variáveis associadas ao crescimento biológico da cultura do café e os avanços em biotecnologia aplicados às espécies cafeeiras.

Nas regiões onde é implantada, a cafeicultura tem desempenhado um papel fundamental na economia global (Almanza; Cisneros, 2024). Essa atividade representa importante fonte geradora de emprego que contribui para o rendimento familiar em áreas rurais, o que mantém a estabilidade econômica de famílias rurais e estimula o desenvolvimento regional por meio da geração de receitas de exportação (Bilen *et al.*, 2023; Fernando, 2024). Nesse contexto, o aprofundamento do conhecimento sobre o ciclo produtivo do café, fornecido pela pesquisa científica tem impulsionado o setor para a criação de estratégias agronômicas eficientes e práticas de cultivo mais sustentáveis.

Na perspectiva do sistema sombreado agroflorestal, a pesquisa científica foca na relação entre o manejo florestal produtivo associado à conservação ecossistêmica (Jezeer *et al.*, 2017), ambos valorizados pelo tipo de cultivo. Esse sistema é responsável por cerca de 60% da oferta mundial de café (Harvey *et al.*, 2021). O SAF da cafeicultura contribui para a promoção dos serviços ecossistêmicos de provisão, estando intrinsecamente relacionado à oferta de serviços de suporte - ciclagem de nutrientes, formação do solo e regulatórios, como a regulação climática (MEA, 2005). A atuação conjunta desses serviços contribui

significativamente para o aumento da produtividade, impulsionado, sobretudo, pela melhoria da fertilidade do solo (Duarte *et al.*, 2019).

O estudo de Wright *et al.* (2024) ressaltou que as iniciativas agroecológicas de base local apresentam um potencial significativo de promover resultados positivos tanto na dimensão social, quanto ambiental. Apesar disso, observa-se um olhar desatento da comunidade científica sobre tais temas. Os autores destacam a necessidade de maior atenção e aprofundamento nesse escopo de investigação.

Alvarez-Alvarez *et al.* (2022) apontam que o cultivo do café sombreado agroflorestal está fortemente associado à conservação da biodiversidade. Isso ocorre por se tratar de um consórcio de espécies distintas que, naturalmente, se completam para manter o equilíbrio nutricional do solo e as condições favoráveis de temperatura e sombreamento para algumas espécies. Esse equilíbrio é muitas vezes facilitado pela adoção de técnicas de manejo que favorecem o conjunto de espécies que se desenvolvem naquele espaço (Alcantara, Araujo; Braga, 2024). Jawo *et al.* (2022) e Alemu e Dufera (2017) afirmam que a utilização de espécies de árvores de sombra emerge como estratégia de manejo adequada para manter microclimas propícios ao crescimento do café, pois auxiliam na redução dos extremos de temperatura.

A associação do cultivo de café com espécies frutíferas, por meio de sistemas consorciados, representa uma estratégia eficaz de diversificação das fontes de renda dos agricultores ao longo do ano (Cerda *et al.*, 2020). Além do café, o sistema agroflorestal possibilita a produção de frutos, madeira, lenha, assim como outros produtos que possam ser vendidos ou utilizados pela família (Somarriba *et al.*, 2013). Ademais, quando implantado em áreas legalmente protegidas, como as Áreas de Proteção Ambiental (APAs), a exemplo do caso da cafeicultura no Maciço de Baturité, a cafeicultura agroflorestal pode agregar valor ao produto final, potencializando a produção de cafés especiais com maior valor de mercado (Gonçalves; Vivan, 2009).

Esses fatores, ao serem investigados geram de dados técnicos e socioeconômicos relativos à produção, à gestão das propriedades rurais e às dinâmicas de mercado que contribui de forma significativa para a tomada de decisão mais precisa e informada por parte dos produtores. De acordo com Kay *et al.* (2014), o processo de tomada de decisão em uma propriedade agrícola é estruturado em sete etapas sequenciais, que envolvem desde a identificação do problema até a assunção de responsabilidade pelos resultados. Nesse contexto, a tomada de decisão configura-se como um processo fundamentado no conhecimento prévio sobre o problema em questão e nas alternativas viáveis para sua resolução. Dessa forma, os estudos desenvolvidos na área desempenham um papel essencial,

ao fornecerem subsídios teóricos e práticos que orientam as escolhas dos gestores rurais e contribuem para decisões mais informadas e eficazes.

Além disso, o sistema agroflorestal pode ser uma estratégia para minimizar o risco de mercado. Bettles *et al.* (2021), em seu trabalho sobre os atores agroflorestais e não estatais, constataram que os benefícios do sistema agroflorestal e a diversificação dos rendimentos são fatores relevantes para a mitigação da pobreza em países em desenvolvimento, onde a maioria da população tem nível de renda de baixo a médio.

A biodiversidade acima e abaixo do solo é incentivada pela presença de árvores de sombra, especialmente se forem espécies nativas (Bracken; Burgess; Girkin, 2023). Esses autores, ao explorarem as oportunidades para elevar a resiliência da produção de café às mudanças climáticas, concluíram que ainda há barreiras financeiras, ambientais e técnicas que limitam a implementação de soluções que levem à resiliência produtiva, especialmente em ambientes que envolvem pequenos produtores, o que demanda urgência de políticas e mecanismos para assegurar a sustentabilidade do setor em áreas rurais (Bracken; Burgess; Girkin, 2023).

Ruiz-Garcia *et al.* (2021) estudaram os cafeicultores do México, constatando que os conhecimentos e práticas locais revelaram-se estratégias eficazes para a adaptação às mudanças climáticas; entretanto, enfatizam a necessidade urgente de integrar esse conhecimento nas políticas e planos nacionais de adaptação às mudanças climáticas

Dessa maneira, nota-se que as respostas dadas pelos estudos recentes indicam a necessidade de implementação de práticas de manejo, como o agroflorestamento e o uso de sombreamento, além do desenvolvimento de variedades de café mais resistentes, como primordiais para garantir a sustentabilidade da atividade cafeeira nas regiões rurais (Etana; Merga, 2023).

3 METODOLOGIA

Este trabalho caracteriza-se como quali-quantitativo, descritivo e exploratório de um conjunto de teses desenvolvidas sobre o café da região do Maciço de Baturité, estado do Ceará, em diferentes Programas de Pós-Graduação diferentes no Estado do Ceará entre 2022 e 2024. Dessa maneira, dissertações, trabalhos de conclusão de cursos, artigos e livros publicados foram desconsiderados da análise.

A coleta do material de análise ocorreu nos repositórios de três universidades cearenses que possuem programas de pós-graduação, são elas: Universidade Federal do

Ceará (UFC), Universidade de Fortaleza (UNIFOR) e Universidade Estadual do Ceará (UECE). Inicialmente a busca no repositório institucional das respectivas instituições de ensino se deu usando duas expressões, a saber: “café sombreado” e “café de Baturité”. Em seguida, observou-se as datas de publicação no repositório, selecionado aqueles que estavam compreendidos entre 2022 e 2024 (Figura 1).

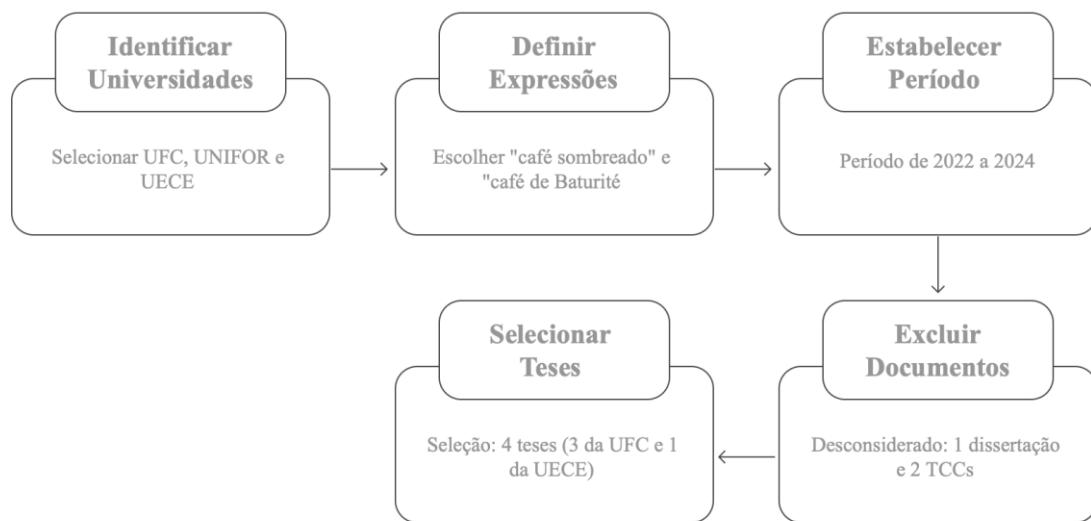


Figura 1: Percurso metodológico de seleção das teses

Fonte: Elaboração própria, 2025.

Assim, entre 2022 e 2024, o cultivo do café serrano cearense ganhou destaque e assumiu foco central de teses nos programas de pós-graduação no Ceará, sendo três desenvolvidas e defendidas na Universidade Federal do Ceará, a saber: uma do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente na Universidade Federal do Ceará (PRODEMA/UFC); uma no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos; e outra no Programa de Pós-Graduação em Economia Rural (PPGER/UFC). Além dessas, selecionou-se uma do Programa de Pós-Graduação em Sociologia da Universidade Estadual do Ceará (Quadro 1).

Quadro 1: Teses selecionadas para análise

Tese	Autor/ano	Título	Programa
Tese 1	Penha (2022)	Café arábica (<i>Coffea arábica</i>) do tipo sombreado produzido no Maciço de Baturité-CE: perfil dos consumidores, sensorial e de voláteis.	Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará.
Tese 2	Braga (2022)	Capital social e desenvolvimento local na perspectiva de redes sociais dos produtores de café sombreado no Maciço de Baturité, Ceará.	Programa de Pós-Graduação em Economia Rural da Universidade Federal do Ceará.
Tese 3	Ribeiro (2023)	Aspectos eco-socioeconômicos do cultivo do café sombreado na serra de Baturité, Ceará, Brasil.	Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará.
Tese 4	Melo (2024)	À Sombra da Rota Verde do Café De Baturité – Ambivalências de uma experiência na perspectiva do Desenvolvimento Sustentável.	Programa de Pós-Graduação em Sociologia da Universidade Estadual do Ceará.

Fonte: Elaboração própria, 2025.

Após a primeira leitura do material selecionado, observou-se que duas teses – Braga (2022) e Ribeiro (2023) – apresentavam estrutura dividida em ensaios, sendo que cada ensaio possuía introdução e considerações finais próprias, além da conclusão geral da pesquisa. Diante dessa configuração, optou-se por analisar tanto as considerações finais de cada ensaio quanto as conclusões gerais, a fim de compor o corpus textual para a análise de conteúdo. Dessa forma, foram analisados, ao todo, 11 textos (considerações finais e conclusões).

Como método de análise de conteúdo textual optou-se pelo software “*Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires*” (IRaMuTeQ, versão 3.6.3), que é de código aberto, gratuito e eficiente para análise estatística de dados textuais (qualitativo) (Camargo; Justo, 2013; Braga; Lima, 2022). Esse software permite processar volumes densos de textos, como classificação hierárquica descendente, análise fatorial de correspondência e nuvem de palavras (Braga; Lima, 2022; Cerqueira; Vieira; Andrade, 2024; Dos Santos Coelho *et al.*, 2024; Dos Santos; Gonçalves; Mannarelli Filho, 2024).

Dessa maneira, o IRaMuTeQ fornece padrões e relações de vocábulos no conteúdo do conjunto textual escolhido, de modo a extrair informações relevantes por meio de diversas abordagens (Camargo; Justo, 2013; Dos Santos; Gonçalves; Mannarelli Filho, 2024). A qualidade dos resultados é medida pelo aproveitamento dos segmentos de textos (ST) sobre o total de ST, em que, caso seja inferior a 70%, pode-se considerar um aproveitamento baixo. Assim, quando for igual ou superior a 70%, considera-se um aproveitamento adequado, indicando que a representatividade do material é satisfatória (Camargo; Justo, 2013; Dos Santos; Gonçalves; Mannarelli Filho, 2024; Dos Santos Coelho *et al.*, 2024).

4 RESULTADOS

Esta seção estrutura-se em duas subseções complementares para o aprofundamento analítico dos resultados da pesquisa. A primeira subseção apresenta a caracterização das teses analisadas e suas principais discussões teóricas por meio da análise lexical realizada com o software IRaMuTeq. A segunda subseção examina as relações entre a produção cafeeira e o desenvolvimento rural sustentável, evidenciando as contribuições específicas dos estudos analisados.

4.1 Caracterização dos conteúdos abordados pelas teses cearenses

Em termos descritivos, o conjunto textual foi formado por 11 conclusões/considerações finais das quatro teses defendidas entre 2022 e 2024. Ao todo, obtiveram-se 250 segmentos de textos (ST) analisados, desses, 175 foram classificados, correspondendo a 81,86%, o que revelou ser satisfatório e acima do percentual mínimo considerado adequado (70%) (Camargo; Justo, 2013; Dos Santos; Gonçalves; Mannarelli Filho, 2024; Dos Santos Coelho *et al.*, 2024).

A Figura 2 representa uma nuvem de palavras resultante da análise da perspectiva de distribuição das palavras no corpus textual. Essa imagem inicial permite que se compreenda a relevância da frequência dos vocábulos que se destacaram no conteúdo textual. Assim, observa-se que as palavras mais frequentes foram: “café”, “produtor”, “Baturité” e “região”. A representatividade dessas palavras era esperada, uma vez que todas as teses possuem como objeto de estudo o café sombreado da região do Maciço de Baturité, representado pela rede de produtores locais, em que os estudos relacionaram a produção cafeeira com desenvolvimento econômico, sustentabilidade ambiental e ecológico.

Ribeiro (2023) reforça que a Rota Verde do Café na região fortalece a cafeicultura agroflorestal, revelando-se como um novo paradigma produtivo sustentável. Além disso, essa atividade tradicional na região se integra ao turismo regional e protagoniza mudanças no cenário produtivo e econômico regional, principalmente na nova fase de revitalização dos cafezais, relacionada às políticas de desenvolvimento regional (Ribeiro, 2023). Entretanto, esse cenário está gerando tensões entre a tradição e a modernidade da revitalização, pois os problemas econômico-financeiros permanecem entre os produtores, o que pode levar à mercantilização da representação cultural da região (Melo, 2024).



Figura 2: Nuvem de palavras do corpus textual analisado

Fonte: elaboração própria, 2025

Com a análise de Classificação Hierárquica Descendente (CHD), Figura 3, é possível verificar o dendrograma do corpus textual analisado, com a formação de classes ou agrupamentos hierárquicos com base nas proximidades textuais (semelhanças) e dissimilaridade entre os estudos dos autores. Dessa maneira, quanto mais próximos estiverem as classes, maior será sua similaridade, enquanto as mais distantes indicam menor similaridade argumentativa dos textos (Camargo; Justo, 2013; Braga; Lima, 2022; Dos Santos; Gonçalves; Mannarelli Filho, 2024; Dos Santos Coelho *et al.*, 2024).

Os ST do conjunto textual formado pelo conteúdo dos estudos científicos foram agrupados em seis classes de acordo com as semelhanças e dessemelhanças. Na primeira ramificação (de cima para baixo), tem-se as classes 5 e 6, representando 18,8% dos textos analisados cada uma. As classes 2 (13,1%) e a classe 3 (21%) estão dentro da mesma ramificação da CHD inicial, juntamente com as classes 4 (13,6%) e 1 (14,8%), que se encontram em uma sub-ramificação da original. Isso indica que elas podem estar tratando de argumentos diferenciados dentro da mesma temática estudada.

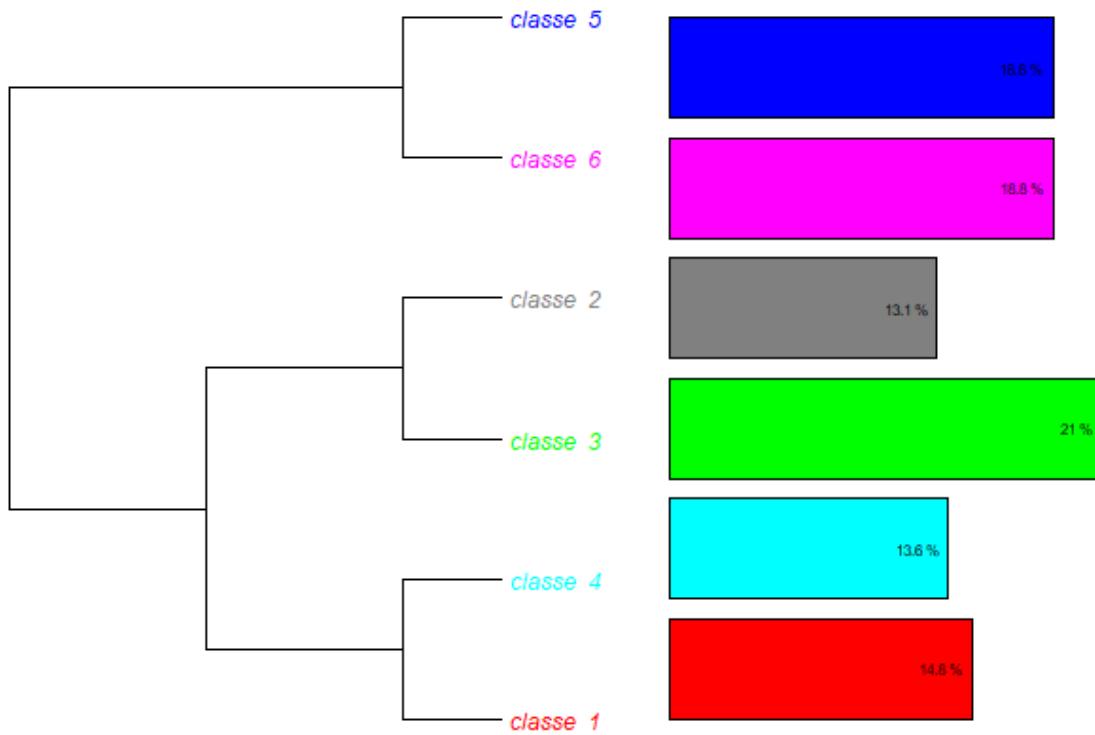


Figura 3: Classificação Hierárquica Descendente do corpus textual

Fonte: elaboração própria, 2025

As classes 5 e 6 foram formadas pelos textos extraídos da tese de Braga (2022), o que justifica o pertencimento à mesma ramificação e a proximidade argumentativa do estudo sobre o café sombreado na serra cearense. Na classe 5 – “Desenvolvimento regional e redes de informação” –, encontram-se os textos Tese_2.1 e Tese_2.2, enquanto a classe 6 – “Capital social e APL” – foi formada pelos textos da Tese_2.3 e Tese_2.4 (Quadro 2).

Quadro 2: Textos que compõem as classes 5 e 6

Textos	Categoria temática	Foco	Resultados
Tese_2.1 (classe 5)	Desenvolvimento regional e redes de informação	Mensurar o Índice Relativo de Desenvolvimento (IRD) e compreender seu comportamento espacial no Ceará em 2010, com foco no Maciço de Baturité	Necessidade de políticas públicas regionalizadas focadas em educação, saúde e estímulo às unidades produtivas. Existe heterogeneidade nas dinâmicas de desenvolvimento entre regiões vizinhas ao Maciço, evidenciando disparidades regionais que requerem medidas compensatórias para desenvolvimento.
Tese_2.2 (classe 5)		Descrever e examinar o perfil de acesso às informações na rede de produção de café sombreado-ecológico do Maciço de Baturité usando Análise de Redes Sociais (ARS)	Os produtores estão em estágios iniciais de cooperação, apesar das experiências locais de décadas anteriores. Existe baixa densidade na rede de produtores, o que indica circulação lenta de informações e pouca interação entre os atores da rede.
Tese_2.3 (classe 6)	Capital social e APL	Analizar o nível de capital social na rede de produtores de café ecológico da região do Maciço de Baturité.	O capital social cognitivo foi a dimensão mais representativa na rede, seguida pela ação coletiva prévia. Recomenda-se agregação de objetivos comuns e consolidação da representatividade das associações para elevar a competitividade da rede local.
Tese_2.4 (classe 6)		Sintetizar os resultados dos ensaios anteriores sobre o Maciço de Baturité, identificando oportunidades e caminhos para desenvolvimento regional.	O fortalecimento da governança dependerá do poder das associações EcoCafé e Afloracafé para facilitar cooperação e aprendizado.

Fonte: Braga (2022). Elaboração própria, 2025

Braga (2022) concentrou-se, nos dois primeiros textos da classe 5, em mensurar, primeiramente, um índice relativo de desenvolvimento (IRD) dos municípios cearenses e utilizá-lo de forma comparativa para identificar a posição daqueles que compõem a região de Planejamento Maciço de Baturité, ocasião em que constatou o baixo dinamismo econômico na maioria dos municípios serranos, com exceção de Guaramiranga, Mulungu, Baturité e Pacoti, os quais se aproveitam das oportunidades do turismo da região. No segundo texto,

Braga (2022) analisou o perfil de acesso às informações entre o grupo de produtores atuantes na rede social cafeeira local, análise que confirmou a existência de baixa densidade de integração e cooperação entre eles. No geral, os resultados dessas pesquisas direcionam-se para a necessidade de políticas públicas regionalizadas tanto para reduzir a heterogeneidade quanto para elevar a densidade de interação entre os produtores de café da rede social local, que ainda possuem uma baixa circulação e interação de informações.

Na classe 6, Braga (2022) discorreu sobre o capital social na rede de produtores de café da serra (Tese_2.3). Nesse caso, os resultados indicaram nível médio de capital social, o que contrariou a ideia de que existiria baixo nível, uma vez que a rede social possuía baixa densidade de interação quanto à troca de informações de produção e comercialização do café sombreado. Isso aconteceu pelo fato de os produtores terem, ainda, fortes laços de amizade e confiança e pela constatação de que a governança e o conhecimento tácito os colocam como Arranjo Produtivo Local (APL). No texto Tese_2.4, o autor fez uma síntese dos resultados da pesquisa e identificou atores locais importantes da rede que são os interlocutores para ações conjuntas que podem vir a acontecer na região. Uma das sugestões importantes foi a possibilidade de inclusão do APL no Programa “Impulsiona Ceará” do governo cearense, como maneira de consolidar e valorizar a cultura do café local e integrá-lo ao turismo rural sustentável local. Para isso, Braga (2022) enfatiza a necessidade de fortalecimento das associações locais para facilitar a cooperação e o aprendizado local.

A classe 2 (cinza) – “Ambivalência e perfil produtivo” – foi composta pelos textos da Tese_1 (Penha, 2022) e Tese_4 (Melo, 2024). A classe 3 (verde) – “Sistemas produtivos e agroecológico” – foi, por sua vez, formada pelas considerações finais de dois textos de Ribeiro (2023) (Quadro 3).

Dessa forma, Penha (2022) concentrou-se em uma pesquisa mais técnica/científica sobre o perfil dos produtores e consumidores sob a perspectiva das características sensoriais e químicas do café especial do Maciço, ocasião em que constatou o cultivo manual e o processado natural do café arábica Typica sombreado, sendo totalmente bem avaliado e aceito pelos consumidores devido ao sabor, aroma e qualidade.

O trabalho de Melo (2024) – classe 3 – analisou, por conseguinte, a ambivalência na "Rota Verde do Café" da serra, mas sob a perspectiva dos diferentes agentes sociais da região. Entre os resultados importantes, pode-se mencionar a identificação de tensões entre tradição e modernidade que vêm acontecendo no processo de revitalização cafeeira (Melo, 2024). É interessante mencionar a crítica realizada por Melo (2024) ao processo do

"capitalismo verde" e à mercantilização das representações culturais, a partir do momento em que alguns produtores buscam a obtenção de selos orgânicos. Por outro lado, a autora enfatiza o alinhamento da cultura e tradição cafeeira ao turismo rural, valorizando o não abandono das práticas tradicionais e a valorização da identidade camponesa dos produtores (Melo, 2024).

Quadro 3: Textos que compõem as classes 2 e 3

Textos	Categoria temática	Foco	Resultados
Tese_1 (classe 2)		Analisar o perfil de produtores e consumidores de café, além de avaliar as características sensoriais e químicas do café especial do Maciço de Baturité	Os consumidores demonstraram alta aceitação do café especial 100% arábica cultivado em sombra, valorizando principalmente aroma, sabor e qualidade.
Tese_4 (classe 2)	Ambivalência e perfil produtivo	Analizar as ambivalências na Rota Verde do Café através da perspectiva dos diferentes agentes sociais do campo da cafeicultura no Maciço de Baturité.	A inserção no turismo rural não abandonou práticas tradicionais, mas valorizou identidade camponesa como produto simbólico-cultural. Não há discurso hegemônico sobre desenvolvimento sustentável, evidenciando contradições entre expansão econômica e conservação ambiental no sistema capitalista.
Tese_3.2 (classe 3)		Analizar a cafeicultura serrana de Baturité realizada por agricultores familiares em sistema agroflorestal, baseada em práticas agroecológicas.	Interação lavoura-floresta é realidade centenária revitalizada pela terceira onda do café e demanda por produtos naturais. Instituições como SEBRAE, Governo Municipal e IFCE promovem ações integrando produção cafeeira ao turismo regional.
Tese_3.5 (classe 3)	Sistemas produtivos agroecológicos	Estudar a cafeicultura de base ecológica na Serra de Baturité e seus efeitos nas peculiaridades produtivas e impactos socioeconômicos.	A Rota Verde do Café (2015) e o Circuito Uirapuru (2022) associam café ao agroturismo. Instituições como SEBRAE, GMB e IFCE somam esforços para resgatar a produção cafeeira e inseri-la como atrativo turístico, promovendo sustentabilidade dos recursos naturais e desenvolvimento regional.

Fonte: Penha (2022), Ribeiro (2023) e Melo (2024). Elaboração própria, 2025

Os dois textos de Ribeiro (2023) que formaram a classe 3 estudam e analisam a cafeicultura do Maciço de Baturité sob a perspectiva de práticas agroecológicas desenvolvidas pelos agricultores familiares e seus efeitos nas particularidades produtivas e eco-socioeconômicas. A autora destaca que a interação lavoura-floresta, no processo de revitalização, é uma realidade centenária da região, envolvendo o conhecimento geracional vivo na tradição local. Ademais, a autora aponta que a relação do café com o agroturismo tende a promover a sustentabilidade dos recursos naturais e possibilitar o desenvolvimento regional, enfatizando a importância das instituições locais (SEBRAE, IFCE e Governo municipal) na inserção da atividade cafeeira como atrativo turístico (Ribeiro, 2023).

Na ramificação inferior da Figura 3, encontram-se as duas últimas classes formadas. A primeira é a classe 4 (“Sistemas ambientais e protagonismo feminino”), formada pelos textos Tese_3.1 e Tese_3.3, enquanto a classe 1 (“Turismo do café e desenvolvimento sustentável”) foi formada apenas pelo texto da Tese_3.4 (Quadro 4). Isso significa que esse conjunto de textos pertence ao trabalho de tese da autora Ribeiro (2023).

É possível observar que, nos textos da classe 4, a autora estuda o café da região sob duas vertentes, a saber: a primeira sob o aspecto da sustentabilidade ambiental, considerando elementos socioeconômicos, políticas ecológicas e culturais; a segunda enfatiza o protagonismo feminino na atividade cafeeira regional. Entre os resultados, Ribeiro (2023) enaltece a importância da “Rota Verde” como fortalecedora do café agroflorestal, que emerge como novo paradigma produtivo sustentável face ao modelo tradicional. Em seguida, a autora destaca o crescimento da participação feminina na cadeia produtiva, mas também ressalta os desafios, dada a pouca visibilidade acadêmica que possuem na pesquisa científica, o que indica transformações nas relações de gênero na região.

Quadro 4: Textos que compõem as classes 4 e 1

Textos	Categoria temática	Foco	Resultados
Tese_3.1 (classe 4)		Analisar os fatores da sustentabilidade ambiental na região serrana do Maciço de Baturité, considerando questões socioeconômicas, políticas, ecológicas e culturais.	A Rota do Café Verde fortalece cafeicultura agroflorestal baseada na agroecologia, representando novo paradigma produtivo sustentável comparado ao modelo convencional com agroquímicos.
Tese_3.3 (classe 4)	Sustentabilidade ambiental e protagonismo feminino	Analisar o protagonismo das mulheres na cadeia cafeeira da Serra de Baturité, desde a produção até o agroturismo.	Apesar de quebrarem tabus em espaços masculinos, há pouca visibilidade acadêmica dessas mulheres. A escassez de mão de obra masculina (envolvida em atividades não-agrícolas) contribui para maior participação feminina. O estudo evidencia paradoxo entre presença e invisibilidade feminina no espaço agrário, revelando transformações nas relações de gênero.
Tese_3.4 (classe 1)	Turismo do café e desenvolvimento sustentável	Analisar como o café sombreado 100% arábica se tornou vetor de oportunidade para alavancar turismo agroecológico e desenvolvimento sustentável na Serra de Baturité.	Embora em fase inicial, a demanda crescente impulsiona a economia local, criando benefícios mútuos: café-turismo dá visibilidade à produção e o produto estimula turismo. A pesquisa contribui para valorização cultural, desenvolvimento socioeconômico e preservação ambiental.

Fonte: Ribeiro (2023). Elaboração própria, 2025

A classe 1 (“Turismo do café e desenvolvimento sustentável”) é formada apenas pelo texto da Tese_3.4 de Ribeiro (2023), revelando tratar de aspectos específicos em relação aos demais. Nesse caso, a autora se propôs a analisar o café sombreado – de maior qualidade e valor agregado – como oportunidade de alavancar o turismo agroecológico alinhado ao desenvolvimento sustentável da região. Ribeiro (2023) destaca que a demanda pelo café local impulsiona a economia e gera benefícios tanto para o turismo quanto para a própria atividade cafeeira, dentro da perspectiva de preservação ambiental.

A Figura 4 mostra a representação da força associativa as inter-relações entre os vocábulos e as classes respectivas obtidas da CHD em um plano cartesiano a partir da

consideração do chi-quadrado (Camargo; Justo, 2013; Ratinaud, 2014; Andrade; Rocha; Nascimento, 2023). Por meio da Figura 4, é possível observar uma relativa sobreposição ou maior proximidade entre os vocábulos das classes 3 (“Sistemas produtivos agroecológicos”), 2 (“Ambivalência e perfil produtivo”) e 6 (“Capital social e APL”) na região central dos quadrantes, revelando maior similaridades entre os argumentos do conteúdo textual dos textos das respectivas classes.

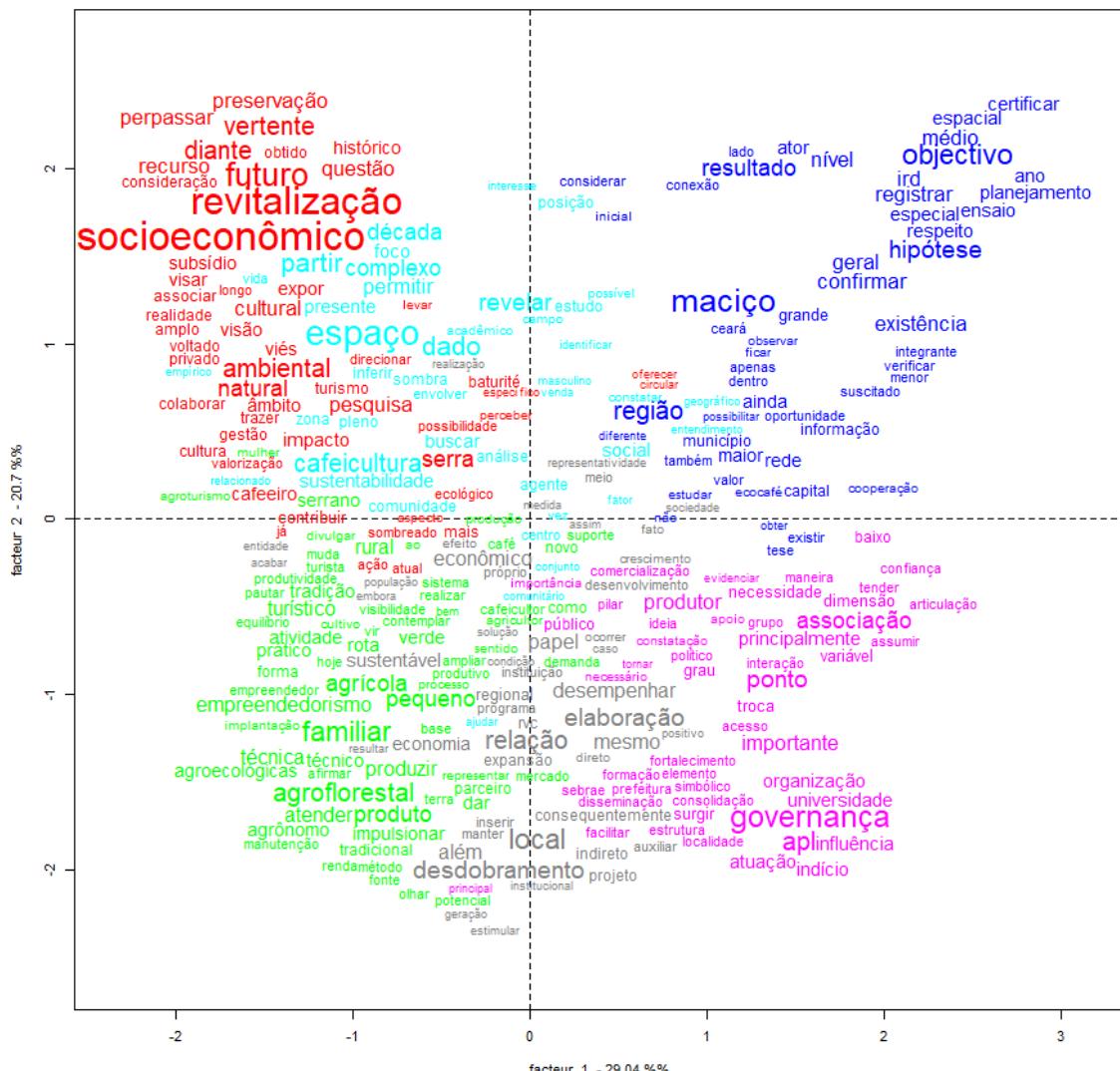


Figura 4: Análise Fatorial de Correspondência do corpus textual

Fonte: Elaboração própria, 2025

Os estudos desenvolvidos por Braga (2022), Ribeiro (2023) e Melo (2024) convergem em suas análises sobre o café sombreado do Maciço, compartilhando argumentações centrais sobre o potencial dessa atividade para o desenvolvimento econômico rural e regional. Os autores demonstram que a produção cafeeira – inserida em sistemas agroflorestais – apresenta dupla vantagem: viabilidade econômica e sustentabilidade ambiental. Quando essa produção se articula com o turismo rural, observa-se um benefício adicional significativo – a valorização da cultura imaterial local, criando um ciclo virtuoso de desenvolvimento. Esse contexto favorável promove a formação de redes de cooperação entre os produtores, que se somam às ações locais já estabelecidas. Como resultado, amplia-se a circulação de informações e conhecimentos, fortalecendo todo o sistema produtivo da região.

Essa configuração espacial revela uma especificidade importante do estudo de Braga (2022) em um de seus ensaios presentes na tese: sua abordagem se concentrou na observação da inovação e das dinâmicas de troca de informações dentro da rede de produtores da região. Tal perspectiva representa uma lacuna nos demais estudos sobre café sombreado, que não exploraram de forma aprofundada essa dimensão relacional e inovativa do sistema do APL de café sombreado serrano. Portanto, enquanto os outros trabalhos priorizaram aspectos técnicos, ambientais e a relação com o turismo rural regional da cafeicultura sombreada, Braga (2022) trouxe contribuições discursivas ao destacar a importância das redes sociais e dos processos de inovação colaborativa entre os produtores locais.

4.2 Produção cafeeira cearense e o desenvolvimento rural sustentável

A discussão das convergências temáticas mostra que todos os trabalhos de teses cearenses enfatizaram o cultivo de café arábica – variedade Typica – dentro de um sistema de sombreamento/agroflorestal desenvolvido por pequenos agricultores familiares. Essa estratégia de sombreamento utilizada pelos produtores possibilita a manutenção do equilíbrio nutricional do solo e fornece serviços ecossistêmicos importantes para favorecer a produção cafeeira (Duarte *et al.*, 2019; Cerda *et al.*, 2020). Esse contexto corrobora os achados de Alemu e Dufera (2017), quando constataram que o sombreamento é uma prática local de adaptação e mitigação das mudanças climáticas nessa atividade, além de ser fundamental, aliado a outras práticas, para garantir a sustentabilidade da atividade (Etana; Merga, 2023).

Os trabalhos contribuem com elementos importantes a serem considerados na elaboração de políticas públicas de desenvolvimento rural e local, em que a união da dimensão sustentabilidade ambiental, social e econômica precisa ser considerada, e para isso, reconhece-se a importância das instituições locais, como SEBRAE, prefeituras municipais e associações como elos centrais do desenvolvimento. Ambos os conceitos de desenvolvimento – rural e local – são de natureza multidimensionais englobando aspectos relacionados às melhorias econômicas, sociais e ambientais destinadas à melhoria da qualidade de vida das populações rurais, respeitando valores sociais, culturais e ambientais (Suárez Roldan; Giraldo; Santana, 2023).

Entretanto, vale destacar que existe um ponto de discussão sobre a dimensão de sustentabilidade na atividade cafeeira da região. O turismo rural – elemento-chave para o estímulo ao crescimento da economia regional – é colocado de maneira alinhada à cultura do café como possível promotor do desenvolvimento regional nos estudos de Braga (2022) e Ribeiro (2023), uma vez que gera efeitos de encadeamento para frente e para trás (Braga, 2022), enquanto o estudo de Melo (2024) apresenta uma crítica a essa estratégia, sugerindo um direcionamento ao "capitalismo verde" da cultura produtiva que é geracional, transmitida de pais para filhos (conhecimento tácito), conforme apresentado por Braga (2022).

Os estudos comprovam, também, o potencial produtivo da atividade cafeeira na serra cearense quanto ao estímulo à busca de novos investimentos para expansão e manutenção de outras atividades econômicas locais, como o turismo rural sustentável e agroecológico. Os textos analisados das teses indicam a necessidade de maior atenção para repensar a formulação de políticas públicas para o desenvolvimento rural equitativo, inclusivo, ambientalmente sustentável e valorizador. As ideias defendidas pelos autores das teses cearenses confirmam o poder que o empoderamento dos atores locais e das instituições possui nesse processo de geração de emprego e renda por meio do estreitamento das relações entre os cafeicultores locais, auxiliando no processo de aprendizagem e adaptação.

Essa argumentação é debatida no trabalho de Braga (2022), quando reforça a necessidade de fortalecimento do capital social – elemento importante para o desenvolvimento local – na rede social de produtores de café sombreado na serra, sendo esses possuidores de competências, juntamente com o apoio das instituições locais, para estimular o desenvolvimento de novos projetos e inovações na cadeia produtiva. Dessa maneira, as políticas públicas devem ser direcionadas e repensadas para a valorização da cultura e da história do café sombreado e da vida dos produtores rurais da região.

Outro caminho possível para a formulação de políticas públicas de desenvolvimento rural na serra de Baturité é o apoio ao desenvolvimento da governança local da rede de produtores de café (Braga, 2022), o que dependerá do papel ativo da atuação das associações de produtores locais, que possuem competências para agregar objetivos comuns e consolidar a representatividade desses produtores. Essa governança deve considerar a importância de uma gestão sustentável dos recursos naturais diante de um contexto de mudanças climáticas, buscando medidas mitigadoras e/ou compensatórias para a capacidade de suporte desses recursos (Ribeiro, 2023).

A temática e a relevância das políticas públicas também estão ressaltadas na literatura internacional, reforçando a necessidade de ações de programas de adaptação às mudanças climáticas para assegurar a sustentabilidade do setor cafeeiro em áreas rurais (Ruiz-Garcia *et al.*, 2021; Bracken; Burgess; Girkin, 2023). Assim, a análise do trabalho de Ribeiro (2023) mostra-se alinhada com essa preocupação mundial, o que não foi trabalhado nas demais teses selecionadas.

De uma maneira conjunta, os resultados das teses possibilitam a criação de um *framework* conceitual de desenvolvimento local baseado em seis dimensões interconectadas que se organizam em torno de três pilares centrais (Figura 5). As dimensões Ambiental, Produtiva, Territorial, Social, Institucional e Econômica conectam-se com três áreas de intersecção principais: "Tecnologias e inovações sustentáveis" (entre as dimensões Ambiental e Produtiva), "Desenvolvimento Local" (como elemento central que conecta as dimensões Econômica e Territorial) e "Capital Social" (entre as dimensões Institucional e Social).

Esse modelo teórico das considerações finais das teses analisadas sugere que o desenvolvimento local sustentável não pode ser alcançado por meio de uma abordagem isolada, mas requer a integração de aspectos ambientais (preservação de recursos naturais), econômicos (viabilidade financeira), sociais (equidade e bem-estar comunitário), territoriais (planejamento espacial), produtivos (eficiência e inovação) e institucionais (governança e políticas), evidenciando a complexidade e interdependência necessárias para um desenvolvimento verdadeiramente sustentável.

Desenvolvimento Rural Sustentável

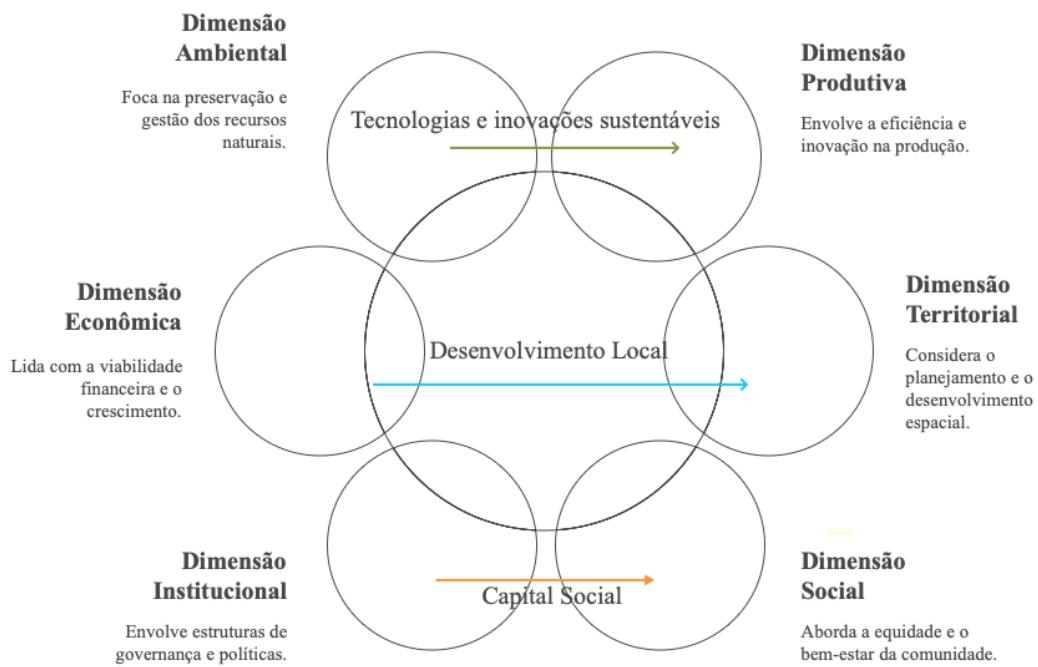


Figura 5 – Framework das contribuições dos estudos analisados

Fonte: elaboração própria, 2025.

Dessa maneira, nota-se que a atividade cafeeira da região é, assim como em outras economias do mundo, uma força motriz tanto para o desenvolvimento da própria atividade local e regional quanto para a geração de emprego e renda familiar nas áreas rurais (Madrid-Casaca *et al.*, 2021; Almanza; Cisneros, 2024).

Esses estudos científicos cearenses produzidos no âmbito dos programas de pós-graduação nas universidades cearenses mostram-se cruciais para a identificação de limitações e soluções para o setor cafeeiro da região, uma vez que aprofundam conhecimento teóricos, empíricos e técnicos sobre o ciclo produtivo local e estimula à adoção de estratégias de manejos eficientes e práticos de cultivo sustentável eficazes para a mitigação das mudanças climáticas (Bettles *et al.*, 2021; Madrid-Casaca *et al.*, 2021). Entre as práticas, tem-se o agroflorestamento e o uso do sombreamento – sistema consorciado – como estratégia emergente eficaz para garantir a sustentabilidade da atividade na região rural cearense e para a diversificação da renda dos agricultores rurais, uma vez que possibilita a produção de frutos e produtos diversos para uso familiar ou venda (Somarriba *et al.*, 2013; Cerda *et al.*, 2020; Etana; Merga, 2023). Além disso, a produção em regiões protegidas agrupa valor ao produto

final, na medida que impulsiona a produção de cafés especiais entre os produtores (Gonçalves; Vivian, 2009).

A discussão deixa evidente que o café agroflorestal da região do Maciço de Baturité emerge como um novo paradigma produtivo sustentável, detendo uma prática local – sombreamento e o agroflorestamento – centenária alinhada à adaptação e minimização dos efeitos das alterações climáticas (Alemu; Dufera, 2017; Etana; Merga, 2023; Ribeiro, 2023). Ao mesmo tempo, a produção cafeeira local estimula novos investimentos e a manutenção de outras atividades econômicas, como o turismo rural sustentável e agroecológico (Braga, 2022; Ribeiro, 2023; Melo, 2024).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As teses cearenses que versaram sobre a produção cafeeira no Maciço de Baturité, estado do Ceará, foram defendidas entre 2022 e 2024. Os estudos permitiram responder à questão de pesquisa proposta e alcançar o objetivo geral estabelecido. Os resultados direcionam para as principais discussões teóricas, empíricas e técnicas que direcionam para possíveis formulações de políticas públicas de desenvolvimento rural.

Os resultados da pesquisa bibliográfica mostraram que o cultivo de café – arábica Typica – em sistemas de sombreamento/agroflorestal praticados pelos agricultores da região do Maciço de Baturité representa um novo paradigma produtivo sustentável, pautado em práticas locais centenárias de adaptação e mitigação das mudanças climáticas. A “Rota Verde do Café” exemplifica o alinhamento do potencial produtivo local, ainda de baixa representatividade estadual, com o estímulo de novos investimentos e manutenção de outras atividades econômicas locais, notadamente o turismo rural sustentável. Esse cenário reforça a integração virtuosa dos benefícios mútuos para o café e o turismo, além de valorizar a cultura imaterial local e da identidade regional.

O capital social e seu fortalecimento revela-se fundamental para o estreitamento das relações de confiança, necessário para o adensamento das associações locais – EcoCafé e Afloracafé – e para o estímulo a cooperação e governança entre os produtores. Enquanto as tensões existentes e identificadas – tradição e modernidade – em dos estudos, reforça a necessidade de políticas públicas que reconheçam as críticas ao “capitalismo verde” de representações culturais, buscando maneiras alternativas que priorizem a sustentabilidade ambiental, social e econômica.

Dessa maneira, as pesquisas contribuíram para a discussão sobre elaboração de políticas públicas de desenvolvimento rural que valorizem a cultura e a história local, alinhando ao conhecimento e às práticas tradicionais de adaptação às mudanças climáticas. Para isso, o empoderamento dos atores e instituições locais é um pilar fundamental para garantir a geração de emprego e renda local e, por conseguinte, o desenvolvimento rural sustentável.

Entre as contribuições, este estudo possibilitou a criação de um *framework* conceitual de desenvolvimento local e rural com a integração de seis dimensões, a saber: Ambiental, Produtiva, Territorial, Social, Institucional e Econômica. Essa abordagem evidenciou que o desenvolvimento local sustentável exige uma perspectiva integrada, e não isolada, de todos esses aspectos para ser sustentável e localmente apropriado que caracterizam as políticas de desenvolvimento rural. Portanto, o *framework* é um elemento analítico e operacional que auxilia em estratégias de desenvolvimento em contextos similares, com a harmonização do crescimento econômico, preservação ambiental e justiça social.

Em termos de limitações do estudo, pode-se mencionar o recorte temporal, que apesar de justificável metodologicamente, pode levar às restrições discursivas. A escolha de uma única região – Maciço de Baturité – também pode levar às restrições e generalizações dos resultados para outras regiões produtoras no estado do Ceará ou em outras regiões do Brasil. As sugestões de pesquisas futuras estão focadas em possibilidades de estudos comparativos entre diferentes regiões cafeeiras no Ceará e Brasil que adotem sistemas agroflorestais, o que poderá trazer contribuições sobre padrões e especificidades regionais. Ademais, sugere-se também pesquisas sobre processos de aprendizagem e transferência de conhecimento entre as gerações de cafeicultores, estudos de efetividade das políticas públicas implementadas na região, práticas agroflorestais e resiliência de sistemas produtivos.

REFERÊNCIAS

ALCANTARA, S. M. P.; ARAÚJO, R. C. P. de; BRAGA, F. L. P. Panorama e tendências socioeconômicas e ambiental da cafeicultura sombreada agroflorestal no Maciço de Baturité - Ceará – Brasil. Revista OKARA: **Geografia em debate**, vol.18, nº 3, p. 714-732, 2024.

ALEMU, A.; DUFERA, E. Climate Smart Coffee (*coffea arabica*) Production. **American Journal of Data Mining and Knowledge Discovery**, v. 2, n. 2, p. 62, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.11648/j.ajdmkd.20170202.14>

ALMANZA, O. M.; CISNEROS, J. R. Aguilar. Towards a knowledge management system for the strengthening of coffee production: A case study in the Panama Canal Basin, Panamá Oeste province. **Green Technologies and Sustainability**, v. 2, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.grets.2023.100056>

ALVAREZ-ALVAREZ, E. A.; ALMAZAN-NÚNEZ, R. C.; CORCUERA, P.; GONZALEZ-GARCÍA, F.; BRITO-MILLAN, M.; ALVARADO-CASTRO, V. M. Land use cover changes the bird distribution and functional groups at the local and landscape level in a Mexican shaded-coffee agroforestry system. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 330, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2022.107882>

ANDRADE, E. P.; ROCHA, A. M.; NASCIMENTO, M. L. F. Hélice tríplice no contexto brasileiro: a contribuição das universidades na inovação tecnológica. **Revista Tecnologia e Sociedade**, Curitiba, v. 19, no 55, p.232-263, 2023. <https://doi.org/10.3895/rts.v19n55.15122>

ANH, N. H.; BOKELMANN, W.; NGA, D. T.; MINH, N. V. Toward Sustainability or Efficiency: The Case of Smallholder Coffee Farmers in Vietnam. **Economics**, v.7, n.66 p. 1-25, 2019. <https://doi.org/10.3390/economies7030066>

BETTLES, J.; BATTISTI, D. S.; COOK-PATTON, S. C.; KROEGER, T.; SPECTOR, J. T.; WOLFF, N. H.; MASUDA, Y. J. Agroforestry and non-state actors: A review. **Forest Policy and Economics**, v. 130, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.forepol.2021.102538>

BILEN, C.; CHAMI, D. E.; MEREU, V.; TRABUCCO, A.; MARRAS, S.; SPANO, D. A systematic review on the impacts of climate change on coffee agrosystems. **Plants**, vol 12, no 102, p. 2-20, 2023. <https://doi.org/10.3390/plants12010102>

BRACKEN, P.; BURGESS, P. J.; GIRKIN, N. T. Opportunities for enhancing the climate resilience of coffee production through improved crop, soil and water management. **Agroecology and Sustainable Food Systems**, v. 47, n. 8, p. 1125-1157, 2023. <https://doi.org/10.1080/21683565.2023.2225438>

BRAGA, F. L. P. **Capital social e desenvolvimento local na perspectiva de redes sociais dos produtores de café sombreado no Maciço de Baturité, Ceará**. 2022. 143 f. Tese (Doutorado em Economia Rural) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022.

BRAGA, F. L. P.; CAMPOS, K. C.; CAMPOS, R. T.; AMARAL FILHO, J. do. Capital social e desenvolvimento local no arranjo produtivo local de café sombreado na região do Maciço de Baturité, Ceará. **Revista Interações**, Campo Grande, v.24, n. 3, p. 877-892, 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.20435/inter.v24i3.3840>

BRAGA, F. L. P.; CAMPOS, K. C.; LIMA, F. A. X.; RIBEIRO, L. C. S. Informação e inovação na rede social de produtores de café ecológico – Ceará. **Revista Brasileira de Inovação**, Campinas (SP), v. 23, e024009, p. 1-32, 2024. <https://doi.org/10.20396/rbi.v23i00.8672943>

CERDA, R.; AVELINO, J.; HARVEY, C. A.; GARY, C.; TIXIER, P.; ALLINNE, C. Coffee Agroforestry Systems Capable of Reducing Disease-Induced Yield and Economic Losses While Providing Multiple Ecosystem Services. **Crop Protection**, v. 134, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105149>

CERQUEIRA, G. O.; VIEIRA, L. S.; ANDRADE, E. P. Contributos das Universidades Empreendedoras para a Hélice Tríplice: análise textual discursiva pelo Software IRAMUTEQ. **Cadernos De Prospecção**, v.17, n. 3, p. 768–784, 2024.

COELHO, S. A.; GASPARIN, L. J.; YAEGASHI, F. R. S.; FRANÇA, F. F. Ensino e Aprendizagem em Química: Revisão Bibliográfica com Uso do Software Iramuteq. **Revista Debates Em Ensino De Química**, v. 10, n. 1, p. 215–233, 2024.

DUARTE, M. S.; SALVINO, C. M.; TAKENAKA, E. M. M. O Sistema Agroflorestal e a Cafeicultura no Brasil. **Anais SINTAGRO**, Ourinhos-SP, v. 11, n. 1, p. 322-328, 2019.

ETANA, D.; MERGA, D. The Current Climate Change Impacts in Arabica Coffee Production and Mitigation Option in Case of Ethiopia: A Review. **International Journal of Environmental Monitoring and Analysis**, v. 11, n. 4, p. 80-88, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.11648/j.ijema.20231104.11>

FARIAS, F. M. A.; FARIAS, F. M. A. **200 anos do nosso café**. Ceará. Ed. UICLAP, 2022.

GONÇALVES, A. L.; VIVAN, J. L. **Agroforestry and Conservation Projects in Brazil: Carbon, Biodiversity, Climate**. Final report, Centro Ecológico, 2009. Disponível em: https://www.naturskyddsforeningen.se/sites/default/files/dokument-media/agroforestry_and_conservation_digital_print_on_screen_display.pdf. Acesso em 12 out. 2023.

HARVEY, C. A; PRITTS, A. A; ZWETSLOOT, M. J.; JANSEN, K.; PULLEMAN, M. M.; ARMBRECHT, I.; AVELINO, J.; BARRERA, J. F.; BUNN, C.; GARCÍ, H. H.; ISAZA, C.; MUÑOZ-UCROS, J.; PÉREZ-ALEMÁN, C. J.; RAHN, E.; ROBIGLIO, V.; SOMARRIBA, E.; VALENCIA, V. Transformation of Coffee-Growing Landscapes Across Latin America. A Review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 41, p. 62, 2021. <https://doi.org/10.1007/s13593-021-00712-0>

JAWO, T. O.; KYEREH, D.; LOJKA, B. The impact of climate change on coffee production of small farmers and their adaptation strategies: a review. **Climate and Development**, v. 15, n. 2, p. 93–109, 2022. <https://doi.org/10.1080/17565529.2022.2057906>

KAY, R. D.; EDWARDS, W. M.; DUFFY, P. A. **Gestão de Propriedades Rurais**. 7^a edição. Porto Alegre: AMGH, 2014.

MADRID-CASACA, H.; Salazar-Seuúlveda, G.; Contreras-Barraza, N.; Gil-Marin, M.; Veja-Muñoz, A. Global Trends in Coffee Agronomy Research. **Agronomy**, v. 11, n. 8, p. 1-19, 2021. <https://doi.org/10.3390/agronomy11081471>

MELO, S. R. A. **À Sombra da Rota Verde do Café De Baturité – Ambivalências de uma experiência na perspectiva do Desenvolvimento Sustentável**. 2024. 305 f. Tese (Doutorado em 2024) - Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2024. Disponível em: <<http://siducee.uece.br/siduece/trabalhoAcademicoPublico.jsf?id=114593>> Acesso em: 12 de junho de 2025

PASETO, L.; DE ALCANTARA, M. R.; PASETO, L. A.; PATINO, M. T. O. Coffe prodction: na analysis of opportunities for competitiveness. **International Journal of**

Advanced Engineering Research and Science (IJAERS), v. 5, n. 8, 2018.
<https://dx.doi.org/10.22161/ijaers.5.8.20>

PENHA, M. F. A. da. **Café arábica (*Coffea arábica*) do tipo sombreado produzido no Maciço de Baturité-CE: perfil dos consumidores, sensorial e de voláteis.** 2022. 113 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022.

RATINAUD, P. **IRAMUTEQ: Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires** - 0.7 alpha 2. 2014. Disponível em: <http://www.iramuteq.org>. Acesso em: 12 jun. 2021.

RIBEIRO, S. R. P. **Aspectos eco-socioeconômicos do cultivo do café sombreado na serra de Baturité, Ceará, Brasil.** 2023. 145 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2023.

RIBEIRO, S. R. P.; RUFINO, M. S. M. O café agroecológico produzido na região serrana de Baturité, Ceará. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Viçosa, v. 13, n. 4, p. 521-530, 2018.

RUIZ-GARCIA, P; CONDE-ÁLVAREZ, C.; GÓMEZ-DIAZ, J. D.; MONTERROSO-RIVAS, A. I. Projections of Local Knowledge-Based Adaptation Strategies of Mexican Coffee Farmers. **Climate**, v. 9, n. 60, p. 1-17, 2021. <https://doi.org/10.3390/cli9040060>

SOMARRIBA, E.; CERDA, R.; OROZCO, L.; CIFUENTES, M.; DÁVILA, H.; MAVISOY, H.; ÁVILA, G.; ALVARADO, E.; POVEDA, H.; ASTORGA, C.; SAY, E. DEHEUVELS, O. Carbon Stocks and Cocoa Yields in Agroforestry Systems of Central America. **Agriculture, Ecosystem & Environment**, v. 173, p. 46–57, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.04.013>

SUÁREZ ROLDAN, C. GIRALDO, G. A. M.; SANTANA, E. L. Sustainable development in rural territories within the last decade: a review of the state of the art. **Heliyon**, v. 4, n. 7, p. 1-23, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e17555>

WRIGHT, D. R.; BEKESSY, S.; LENTINI, P. E.; GARRARD, G. E.; GORDON, A.; RODEWALD, A. D.; BENNETT, R. E.; SELINSKE, M. J. Sustainable coffee: A review of the diverse initiatives and governance dimensions of global coffee supply chains. **Ambio**, v. 53, n. 7, p. 984–1001, 2024. <https://doi.org/10.1007/s13280-024-02003-w>.

ZEWDU, D.; KRISHNAN C, M.; RAJ, P. P.; ARLIKATTI, S.; MCALEAVY, T. Climate-smart innovation practices and sustainable rural livelihoods: A systematic literature review. **Tecnology in Society**, v. 82, 2025. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2025.102914>



COMO SE CONFIGURAM AS DINÂMICAS DO MERCADO DE TRABALHO FORMAL AGROPECUÁRIO NA FRUTICULTURA DA REGIÃO INTEGRADA DE DESENVOLVIMENTO DE PETROLINA (PE) E JUAZEIRO (BA)?

Daiene Luiza Farias Vilar

Doutora em Economia pela Universidade Federal do Pará (UFPA)

E-mail: daieneluiza@gmail.com

José Ediglê Alcantara Moura

Doutorando em Economia Rural pela Universidade Federal do Ceará (UFC)

E-mail: edigle.economia@gmail.com

Hugo Feitosa Gonçalves

Professor Adjunto do Departamento de Administração da Universidade Federal do Piauí (UFPI)

E-mail: hugofg@live.com

Grupo de Trabalho (GT): GT6. Geração de renda e segurança alimentar no setor agrícola

RESUMO

As transformações conjunturais e estruturais no mercado de trabalho brasileiro, impulsionadas pela reestruturação produtiva, tiveram um impacto expressivo no setor agropecuário, aumentando a produtividade marginal da mão de obra nos postos de trabalho formais. Diante desse cenário, este estudo tem como objetivo central analisar o mercado de trabalho formal agrícola na fruticultura na Região Integrada de Desenvolvimento (RIDE) de Petrolina (PE) e Juazeiro (BA) nos anos de 2019 e 2022. O estudo inicia-se com uma revisão da literatura, seguida pela análise da base de dados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). Os principais resultados revelam tendências tanto promissoras quanto desafiadoras. A fruticultura tem atraído uma crescente População Economicamente Ativa (PEA) no setor agropecuário, com destaque para o aumento da participação feminina. Ademais, observa-se um ingresso significativo de jovens de 15 a 29 anos na fruticultura, acompanhado por um nível de escolaridade mais elevado, predominantemente o ensino médio completo. Contudo, a maioria dos trabalhadores recebe entre um e dois salários-mínimos, o que contribui para o aumento da rotatividade no mercado de trabalho. Essas evidências apontam para a precarização das condições de trabalho, comprometendo o desenvolvimento rural sustentado nas áreas analisadas.

Palavras-chave:

Fruticultura;
Emprego formal;
Região Integrada de
Desenvolvimento (RIDE)
de Petrolina (PE) e
Juazeiro (BA)

HOW ARE THE DYNAMICS OF THE FORMAL AGRICULTURAL LABOR MARKET IN THE FRUIT FARMING SECTOR OF THE INTEGRATED DEVELOPMENT REGION OF PETROLINA (PE) AND JUAZEIRO (BA) CONFIGURED?)

ABSTRACT

Keywords:

Fruit growing;
Formal Employment;
Integrated Development
Region (RIDE) of
Petrolina (PE) and
Juazeiro (BA)

The conjunctural and structural transformations in the Brazilian labor market, driven by productive restructuring, have had a significant impact on the agricultural sector, increasing the marginal productivity of labor in formal employment positions. In this context, the main objective of this study is to analyze the formal agricultural labor market in the fruit farming sector within the Integrated Development Region (RIDE) of Petrolina (PE) and Juazeiro (BA) in the years 2019 and 2022. The study begins with a literature review, followed by an analysis of data from the Annual Social Information Report (RAIS), provided by the Ministry of Labor and Employment (MTE). The main findings reveal both promising and challenging trends. Fruit farming has attracted a growing Economically Active Population (EAP) in the agricultural sector, with a notable increase in female participation. In addition, there has been a significant influx of young people aged 15 to 29 into the sector, accompanied by a higher level of education, predominantly completed secondary education. However, the majority of workers earn between one and two minimum wages, contributing to high turnover in the labor market. These findings indicate a deterioration in working conditions, which undermines sustained rural development in the areas under study.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o Cadastro Geral de Empregados e Desempregados (Caged, 2023) do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), durante o biênio 2018/2019, enquanto as macrorregiões Sul e Sudeste do Brasil registraram uma perda acumulada de postos de trabalho no cultivo de frutas tropicais (-158), o Nordeste seguiu na contramão, gerando novos postos de trabalho formais (+1.780). Em face dessas considerações, Elias (2017) destaca os municípios da Região Integrada de Desenvolvimento (RIDE) de Petrolina (PE) e Juazeiro (BA) como líderes na produção dessas *commodities*.

A RIDE de Petrolina e Juazeiro é composta por oito municípios: quatro em Pernambuco (Lagoa Grande, Orocó, Petrolina e Santa Maria da Boa Vista) e quatro na Bahia (Casa Nova, Curaçá, Juazeiro e Sobradinho), conforme destacado por Brasil (2016). De acordo com dados da Pesquisa Agrícola Municipal (PAM), divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2024), esses oito municípios produziram, em 2019, um total de 1.260.675 toneladas de uvas e mangas, o que equivale a 43,37% e 77,25%, respectivamente, da produção nacional e regional nordestina.

A fruticultura irrigada nos municípios da Região Integrada de Desenvolvimento (RIDE) de Petrolina (PE) e Juazeiro (BA), no Nordeste brasileiro, é caracterizada por uma localização privilegiada, devido ao acesso facilitado ao mercado consumidor internacional, o

que contribui para a redução dos custos de transporte (Ferreira, 2022; Oliveira; Lima, 2021; Xavier *et al.*, 2006).

Do ponto de vista regional, embora Pernambuco não seja o maior produtor de uvas, o Estado ocupa a posição de maior exportador de uvas frescas do país, acumulando mais de US\$ 68 milhões em receitas e exportando mais de 31 mil toneladas. Em 2017, a Bahia se consolidou como o principal exportador de mangas do Brasil, enviando mais de 88 mil toneladas, o que gerou uma receita superior a US\$ 98 milhões. Pernambuco, por sua vez, destacou-se em seguida, exportando quase 70 mil toneladas de mangas e contribuindo com mais de US\$ 76 milhões em divisas (MAPA/AGROSTAT, 2024).

Sob essa perspectiva, Lima e Sousa (2017) argumentam que a fruticultura irrigada impulsionou significativamente a dinâmica econômica da RIDE Petrolina (PE) e Juazeiro (BA), como evidenciado pelo crescimento de praticamente todos os setores da economia local. Para Oliveira e Lima (2021) e Araújo (2017), a fruticultura surge como uma opção viável para os agricultores, funcionando como uma fonte adicional de renda, dinamizando o mercado de trabalho e aproveitando as condições favoráveis da região, tanto em termos de infraestrutura e aspectos sociais quanto pelas características edafoclimáticas ideais para o cultivo de frutas.

No entanto, a modernização agrícola na RIDE de Petrolina e Juazeiro, conforme abordada na literatura contrasta com os dados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE, 2024), que revelam que a média salarial dos trabalhadores da fruticultura nessa região é de R\$ 1.211,99, valor inferior à média do Nordeste (R\$ 1.241,53) e à média nacional (R\$ 1.534,25) para o ano de 2022.

Na área de ciências sociais aplicadas e agrárias, a maioria dos estudos concentra-se nos perímetros irrigados dos municípios de Petrolina (PE) e Juazeiro (BA) (Barbosa; Lima; Ferreira, 2021; Moura; Paiva, 2019; Oliveira Filho *et al.*, 2014). Nesse contexto, poucos estudos abordaram a Região Integrada de Desenvolvimento de Petrolina (PE) e Juazeiro (BA) de maneira mais ampla, como é o caso de Lima e Sousa (2017), que analisaram o desenvolvimento rural na região. No entanto, não foram encontrados estudos sobre o mercado de trabalho formal na Região Integrada de Desenvolvimento de Petrolina (PE) e Juazeiro (BA), no Nordeste brasileiro.

Diante desse contexto, este estudo fundamenta-se nas seguintes questões: qual é o perfil socioeconômico e sociodemográfico dos fruticultores alocados na Região Integrada de Desenvolvimento de Petrolina (PE) e Juazeiro (BA), no Nordeste brasileiro? Quais são os

principais obstáculos que impedem uma melhor estruturação do mercado de trabalho formal desses fruticultores?

A hipótese norteadora deste trabalho é que, apesar de os fruticultores estarem se qualificando, o estoque de trabalhadores ainda é vítima de condições de trabalho precárias característica do setor primário.

Dada à relevância deste estudo, o objetivo é compreender o caráter do mercado de trabalho agrícola formal na fruticultura nos municípios da Região Integrada de Desenvolvimento (RIDE) do polo de Petrolina (PE) e Juazeiro (BA) nos anos de 2019 e 2022. Vale destacar que, mesmo situados no semiárido nordestino, com chuvas irregulares, os municípios da região em estudo se destacam na produção agrícola do Brasil, impulsionados por sistemas de irrigação que alimentam diversos polos de produção e exportação de frutas, promovendo dinamismo no meio rural da região (Codevasf, 2021).

A escolha do recorte temporal se deu pelo fato de 2019 anteceder os impactos da pandemia causada pelo vírus SARS-CoV-2. O ano de 2022 foi escolhido por ser o mais recente com dados disponíveis pela RAIS, além de refletir o período de recuperação do país após a crise sanitária.

Além desta introdução, o presente artigo é composto por mais quatro seções: a segunda seção apresenta uma revisão bibliográfica dos estudos empíricos sobre o mercado de trabalho formal agrícola e/ou agropecuário; a terceira seção descreve os procedimentos metodológicos, que incluem a área de estudo, os métodos analíticos e as variáveis consideradas; a quarta seção apresenta os resultados e a discussão; e, por fim, a quinta seção traz as considerações finais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Evidências recentes sobre mercado de trabalho agropecuário formal brasileiro

Em relação às evidências empíricas recentes que abordaram o mercado de trabalho formal agropecuário, é relevante destacar os estudos apresentados no Quadro 01.

Quadro 01 – Síntese dos estudos empíricos recentes aplicados ao mercado de trabalho formal no setor agropecuário brasileiro

Autores	Objetivo Geral	Área de Estudo	Base de Dados	Principais Conclusões
Amaral, Rodrigues e Staduto (2020)	Analisar a rotatividade e o crescimento do emprego formal na agropecuária nos anos de 2008 a 2016	Microrregiões do Paraná	Rais e Caged, ambos do MTE	A rotatividade masculina e feminina foi elevada em todas as microrregiões do Paraná. Para as mulheres, as microrregiões que tiveram maior crescimento do emprego feminino estão localizadas no Centro-Sul, Oeste, Sudeste, Noroeste paranaense.
Amaral, Bernardo e Staduto (2020)	Analisar o comportamento do emprego formal agropecuário nos anos de 2011 a 2016	Microrregiões de Rondônia	Caged/MTE	Por um lado, a redução dos postos de trabalho formais na agropecuária, com um aumento da informalidade, devido um maior avanço da tecnologia poupadora de mão de obra.
Moura e Paiva (2018)	Analisar o comportamento do mercado de trabalho formal no cultivo da uva nos municípios de Petrolina (PE) e Juazeiro (BA) entre 2005 e 2015	Petrolina (PE) – Juazeiro (BA)	PAM/IBGE e Rais/MTE	Elevação do número de postos formais de trabalho. Por outro lado, a predominância da ocupação masculina com idade entre 30 a 39 anos e baixa escolaridade formal, com 84,85% dos trabalhadores alocados na faixa de rendimento entre um e dois salários mínimos.
Moura e Paiva (2018)	Comparar o perfil socioeconômico dos trabalhadores formais do setor agropecuário, nos anos de 1998 e 2010	Estados da Bahia e do Ceará	Rais/MTE	Parcela majoritária dos ocupados são homens, com idade entre 30 a 39 anos. Apesar dos cearenses terem mais anos de estudo, recebiam menores salários que os baianos, sendo que a rotatividade é elevada nos dois estados, principalmente para o Ceará.

Silva Filho e Silva (2012)	Analisar o perfil dos postos de trabalho formais no setor agropecuário nos anos de 1999 e 2009	Região Nordeste do Brasil	Rais e Caged, ambos do MTE	Os postos de trabalho agropecuários estavam concentrados em pequenos estabelecimentos e predominantemente para a mão de obra masculina. Percebe-se um grande contingente de ocupados na faixa etária de 30 a 49 anos com escolaridade de até o 5º ano do ensino fundamental incompleto e elevada rotatividade nos postos de trabalho traduzida pelos elevados percentuais daqueles que deixaram seus postos de trabalho em até menos de um ano.
----------------------------	--	---------------------------	----------------------------	---

Fonte: elaborado pelos autores com base nestes estudos citados no Quadro 01

Conforme evidenciado no levantamento dos estudos mencionados (Quadro 01), nenhum deles se dedicou a analisar especificamente o mercado de trabalho agropecuário para os fruticultores na Região Integrada de Desenvolvimento de Petrolina e Juazeiro (RIDE). Nessa perspectiva, este trabalho se destaca por oferecer uma contribuição significativa à literatura, abordando essa lacuna.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Caracterização das áreas de estudo

A RIDE Petrolina-Juazeiro foi criada pela Lei Complementar nº 113, de 2001 e regulamentada pelo Decreto nº 4.366, de 2002, representa o mais importante e dinâmico dos pólos de fruticultura irrigada no Nordeste (Brasil, 2020).

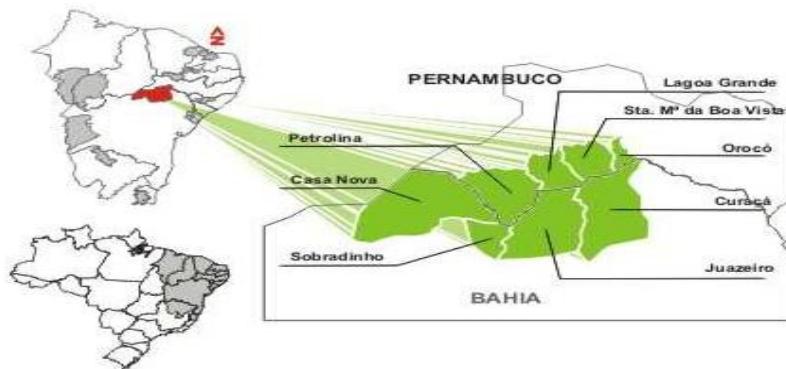


Figura 1 – Localização da RIDE do Pólo Petrolina (PE) e Juazeiro (BA) no Brasil

Fonte: Banco do Nordeste do Brasil (BNB) (2020).

No intuito de explicitar os oito municípios que compõem a RIDE, o Quadro 02 contempla as características socioeconômicas e sociodemográficas desses recortes espaciais.

Quadro 02 – Características socioeconômicas e sociodemográficas da Região Integrada de Desenvolvimento (RIDE) de Petrolina (PE) e Juazeiro (BA), 2010

Características	REGIÃO INTEGRADA DE DESENVOLVIMENTO (RIDE)							
	PERNAMBUCO				BAHIA			
	Lagoa Grande	Orocó	Petrolina	Santa Maria da Boa Vista	Casa Nova	Curaçá	Juazeiro	Sobradinho
População total	25.601	14.991	349.145	41.931	71.969	34.700	216.707	23.191
Densidade demográfica	13,84	27,0	64,44	18,64	7,46	5,83	33,9	30,28
IDHM	0,597	0,610	0,697	0,590	0,570	0,581	0,677	0,631
Índice de Gini	0,52	0,51	0,63	0,55	0,54	0,51	0,56	0,49
Taxa de analfabetismo rural	26,4	24,9	20,1	37,6	30,1	26,9	33,0	38,1
Expectativa de vida ao nascer	67,28	70,96	71,39	71,0	79,16	72,0	73	70
Taxa de mortalidade infantil	10,81	17,73	8,76	15,30	11,32	10,58	17,66	23,09

Fonte: Elaboração dos autores com base no ATLAS BRASIL (2020).

3.2 Base de Dados

No presente estudo, foram utilizados dados secundários provenientes da Rais¹ do MTE. Essa é a principal base de dados do mercado de trabalho formal brasileiro². Possui como principais características: abrangência geográfica de todo o território nacional; natureza de levantamento de registro administrativo; periodicidade anual e com uma cobertura de aproximadamente 97% do mercado de trabalho formal brasileiro (Rais, 2023). A construção

¹ O banco de dados da RAIS contém informações acerca do estoque total de ocupados, desde a escala municipal até a nacional, em todos os setores de atividades econômicas consideradas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e pela Classificação Nacional das Atividades Econômicas (CNAE), conforme a base de registros administrativos dos ocupados formalmente no dia 31/12 de cada ano calendário (RAIS, 2023).

² Este estudo utilizou a RAIS em vez da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) para operacionalizar o universo do mercado de trabalho formal, substituindo a inferência baseada na amostragem da população. Além disso, a PNAD não abrange os municípios do interior.

da variável trabalhadores agrícolas na fruticultura se baseou na Classificação Brasileira de Ocupações³ (CBO), subgrupo CBO 2002 Família.

3.3 Métodos analíticos e variáveis consideradas no estudo

A pesquisa adota uma abordagem quantitativa de caráter descritivo.⁴ As variáveis selecionadas para o alcance do objetivo proposto foram: participação do emprego agrícola formal na fruticultura em relação ao emprego formal agropecuário; na participação absoluta e relativa de empregos agrícolas formais na fruticultura; participação absoluta e relativa de empregos agrícolas formais na fruticultura, segundo sexo; participação absoluta e relativa de empregos agrícolas formais na fruticultura, segundo faixa etária; participação absoluta e relativa de empregos agrícolas formais na fruticultura, segundo escolaridade formal; participação absoluta e relativa de empregos agrícolas formais na fruticultura, segundo faixa de remuneração em salários mínimos; participação absoluta e relativa de empregos agrícolas formais na fruticultura, segundo faixa tempo emprego. Estas variáveis foram filtradas para a Região Integrada de Desenvolvimento de Petrolina (PE) e Juazeiro (BA), compreendendo os anos de 2019 e 2002. No que se refere à escolha dessas variáveis, baseou-se nos estudos nos estudos empíricos de Amaral, Rodrigues e Staduto (2020) e Moura e Paiva (2018).

Após a extração dessas variáveis, os dados foram coletados, tabulados para organização e apresentação, seguidos de análises específicas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seção que segue aborda o mercado formal de trabalho na fruticultura na RIDE em questão, abrangendo os anos de 2019 e 2022. A partir dessa análise, é possível verificar se houve criação de postos de trabalho e se houve melhorias ou não na qualidade das ocupações.

³ Para maiores detalhes consultar Kon (2016).

⁴ De acordo com Silva, Lopes e Braga Júnior (2014), a pesquisa quantitativa concentra-se em dados numéricos e faz sentido quando há um problema definido e existem informações confiáveis sobre o objeto do estudo. Quanto ao caráter descritivo, conforme Gil (2010) destaca, o propósito é descrever as características de uma população ou fenômeno, estabelecendo relações específicas, e serve como base para sustentar os conhecimentos apresentados por meio da análise das estatísticas descritivas, como a distribuição de frequências absolutas e relativas e variações.

4.1 Mercado de trabalho formal agropecuário da fruticultura na RIDE Petrolina (PE) e Juazeiro (BA)

Para iniciar a nossa análise acerca da formalização do emprego formal agropecuário na RIDE, vamos começar observando a produtividade (relativa ao uso quantitativo da terra) na produção de frutas da região em estudo. Os dados da Produção Agrícola Municipal (PAM), apresentados na Tabela 01, mostram que, ao longo dos anos analisados, houve um declínio na produção acompanhado por um aumento na área colhida. Isso resultou em um decréscimo na produtividade, que passou de 39,46 ton./ha para 30,58 ton./ha no período considerado.

Segundo Silva Filho (2014), a redução da produtividade pode ocorrer devido à abertura de terras menos trabalhadas para o cultivo, além do nível de utilização de adubos e fertilizantes por área colhida.

A produção total na RIDE apresentou uma leve redução do ano de 2019 para o ano de 2022 de aproximadamente 5,88%. Por outro lado, a Região Nordeste e o total da produção nacional apresentaram um aumento modesto de suas produções, 0,98% e 3.11% respectivamente.

Conforme Freitas (2010), as áreas pernambucanas adjacentes ao Rio São Francisco, como o município de Petrolina (PE), concentram-se, em grande parte, na produção de frutas voltadas para o comércio internacional. Nessa perspectiva, os produtores desses municípios têm utilizado cada vez mais tecnologia de ponta para atender às demandas impostas pelos padrões e regulamentações externas, visando atender às expectativas de consumidores em diversas partes do mundo e aumentar sua competitividade em nível internacional, o que justifica a produtividade superior à média regional e nacional (Tabela 01).

Tabela 01 – Produtividade frutícola na Região Integrada de Desenvolvimento de Petrolina (PE) e Juazeiro (BA), no Nordeste e no Brasil, 2019/2022

Ano	Área colhida (ha) na RIDE	Produção (ton) na RIDE	Produtividade ton./ha
2019	32.027	1.260.675	39,36
2022	38.800	1.186.503	30,58
Ano	Área colhida (ha) no Nordeste	Produção (ton) no Nordeste	Produtividade ton./ha
2019	60.126	1.631.887	27,14
2022	70.016	1.647.847	23,54
Ano	Área colhida (ha) no Brasil	Produção (ton) no Brasil	Produtividade ton./ha
2019	141.939	2.906.863	20,48

2022	152.831	2.997.180	19,61
------	---------	-----------	-------

Fonte: Elaborada pelos autores (2024) com base nos dados da PAM/IBGE.

Nota: foram consideradas as culturas mais expressivas da RIDE: manga e uva.

Apesar dessas evidências, o Nordeste também enfrenta uma redução na produtividade, que caiu de 27,15 ton./ha em 2019 para 23,54 ton./ha em 2022, o equivalente a uma redução de 13,27% da produtividade total da região no período em análise. Em nível menos acentuado, o Brasil, entre 2019 e 2022, registrou uma queda de 20,48 ton./ha para 19,61 ton./ha, uma redução de 4,25%.

Os dados da Tabela 02, extraídos da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), revelam a participação do emprego formal na fruticultura em relação ao total de postos de trabalho formais no setor agropecuário. Em 2019, 49,08% dos postos de trabalho no setor agropecuário da RIDE Petrolina (PE) e Juazeiro (BA) estavam alocados na fruticultura. Em 2022, após a pandemia de Covid-19, essa participação aumentou para 52,44%, indicando que, mesmo com a mecanização agrícola, a fruticultura continua a absorver significativamente a População Economicamente Ativa (PEA) agrícola da região.

Ainda na Tabela 02, observa-se um aumento absoluto no número de postos formais de trabalho, de 15.864 em 2019 para 22.344 em 2022. Esse crescimento segue a tendência observada em todo o setor agropecuário da Região Integrada, que passou de 32.323 postos em 2019 para 42.620 em 2022. A criação de 10.287 novas vagas ao longo desses anos reflete uma maior inclusão de trabalhadores com escolaridade média (entre o ensino fundamental completo e o ensino médio completo) (ver Tabela 06). A nossa hipótese para esse fenômeno é que o setor agrícola da RIDE passou a absorver os trabalhadores urbanos, principalmente no período de dificuldade na dinâmica econômica nas cidades, decorrente da crise do Covid-19.

Tabela 02 – Participação do emprego agrícola formal na fruticultura em Relação ao Emprego Formal Agropecuário na Região Integrada de Desenvolvimento de Petrolina (PE) e Juazeiro (BA), 2019/2022

Ano	Emprego formal do setor agropecuário (A)	Emprego agrícola formal na fruticultura (B)	Participação B/A (%)
2019	32.323	15.864	49,08
2020	32.837	15.575	47,43
2021	39.026	19.669	50,40
2022	42.610	22.344	52,44

Fonte: Elaborada pelos autores com base nos dados da Rais/MTE (2024).

No que diz respeito ao número de empregos agrícolas formais na fruticultura, os dados da Tabela 02 mostram uma expressiva concentração nos municípios de Petrolina (52,74%) e Juazeiro (22,31%) em 2019. Após a pandemia do Covid-19, no ano de 2022, Petrolina aumentou o estoque de empregos formais na fruticultura para 55,90%, enquanto Juazeiro reduziu sua participação para 19,25%.

Voltando a discussão agora para a participação dos empregos agrícolas formais na fruticultura nos municípios que integram a RIDE, observa-se que, apesar da baixa participação dos municípios de Sobradinho, Curaçá, Santa Maria da Boa Vista e Orocó no total de empregos formais na fruticultura, Sobradinho, Curaçá e Santa Maria da Boa Vista apresentaram a maior variação em números relativos nos anos analisados (Tabela 03).

No que diz respeito ao número de empregos agrícolas formais na fruticultura, os dados da Tabela 02 mostram uma expressiva concentração nos municípios de Petrolina (52,74%) e Juazeiro (22,31%) em 2019. Após a pandemia do Covid-19, no ano de 2022, Petrolina aumentou o estoque de empregos formais na fruticultura para 55,90%, enquanto Juazeiro reduziu sua participação para 19,25%.

Voltando a discussão agora para a participação dos empregos agrícolas formais na fruticultura nos municípios que integram a RIDE, observa-se que, apesar da baixa participação dos municípios de Sobradinho, Curaçá, Santa Maria da Boa Vista e Orocó no total de empregos formais na fruticultura, Sobradinho, Curaçá e Santa Maria da Boa Vista apresentaram a maior variação em números relativos nos anos analisados (Tabela 03).

Tabela 03 – Participação absoluta e relativa de empregos agrícolas formais na fruticultura nos municípios que integram a Região Integrada de Desenvolvimento de Petrolina (PE) e Juazeiro (BA), 2019/2002

RIDE	2019		2022		Variação (%)
	Abs	(%)	Abs	(%)	
Lagoa Grande (PE)	1.086	6,85	1.111	4,97	2,30
Orocó (PE)	03	0,02	03	0,01	0,00
Petrolina (PE)	8.367	52,74	12.490	55,90	49,28
S. Maria da Boa Vista (PE)	24	0,15	52	0,23	116,67
Casa Nova (BA)	2.840	17,90	4.356	19,50	53,38
Curaçá (BA)	02	0,01	15	0,07	650,00
Juazeiro (BA)	3.540	22,31	4.301	19,25	21,50
Sobradinho (BA)	02	0,01	16	0,07	700,00

RIDE	15.864	100,00	22.344	100,00	40,85
------	--------	--------	--------	--------	-------

Fonte: Elaborada pelos autores (2024) com base nos dados da Rais/MTE (2024).

De acordo com os dados da Tabela 3, o total de empregos formais na fruticultura na Região Integrada aumentou de 15.864 em 2019 para 22.344 em 2022, um crescimento de 40,85%. Esse aumento substancial reflete uma expansão significativa da atividade frutícola na região, possivelmente impulsionada: i) pela perda de dinâmica dos setores urbanos condicionada pela crise do Covid-19; ii) também contribuída em menor expressão expansão de áreas agrícolas, de 139.249 ha em 2019 para 148.505 ha em 2022, uma expansão de 6,6% sobre o território (MapBiomas, 2024.), caracterizando uma decrescente produtividade do trabalho na relação trabalhador/quantidade de terras, o que caracteriza que a tecnologia investida na Região Integrada não esteve em função do aumento da produtividade na relação produto/terra, nem (Tabela 1) nem na relação à produtividade do trabalho; iii) e, principalmente, por uma maior expectativa de demanda por exportações de frutas, dado o volume exportado em 2021⁵.

Entre 2019 e 2022, os municípios da RIDE Petrolina-Juazeiro apresentaram variações distintas na criação de empregos formais na fruticultura. Lagoa Grande (PE) registrou um crescimento marginal de 2,30% no número de empregos, mas sua participação relativa no total da RIDE diminuiu, indicando um crescimento inferior ao de outros municípios. Orocó (PE) manteve estabilidade, com um número mínimo de empregos e uma participação ainda menor na RIDE. Em contraste, Petrolina (PE) teve um crescimento expressivo de 49,28% no número de empregos, consolidando-se como o principal polo de fruticultura da região, aumentando sua participação relativa. Santa Maria da Boa Vista (PE) também mostrou um crescimento significativo de 116,67%, ainda que o número absoluto de empregos permaneça inexpressivo, já Casa Nova (BA) registrou um aumento de 53,38% nos empregos, refletindo um fortalecimento das atividades agrícolas e uma maior participação relativa no total da RIDE.

Vale destacar que, em 2022, Lagoa Grande (PE) foi o único município pernambucano em que a participação relativa do Produto Interno Bruto (PIB) agrícola (55,12%) superou a dos demais setores da economia. Em termos absolutos, Petrolina (PE) destacou-se com o segundo maior PIB agrícola do Nordeste, totalizando R\$ 620.359.000,00,

⁵ No município de Petrolina (PE), maior expoente da RIDE em questão, as exportações que em 1997 alcançavam o valor de menos de U\$ 9 milhões, em 2019 estava na casa dos U\$ 180 milhões, e em 2022 ficando um pouco abaixo dos U\$ 180 milhões, sendo que em 2021 as exportações atingiram mais de U\$ 230 milhões (SECEX *apud* DataViva, 2024).

ficando atrás apenas de Barreiras (BA), que registrou R\$ 736.816.000,00, conforme dados do IBGE (2024).

4.2 Perfil socioeconômico e sociodemográfico dos ocupados formais na fruticultura da RIDE Petrolina (PE) e Juazeiro (BA)

Diversos fatores influenciam as decisões que os indivíduos tomam, desde escolhas simples do dia a dia, como o que comer ou vestir, até decisões mais complexas, como a escolha de uma profissão ou o local onde morar. Essas decisões, em geral, estão condicionadas pelo nível socioeconômico e sociodemográfico dos indivíduos, bem como pelos fatores culturais e caráter das relações de produção de cada região. Vejamos a seguir o perfil socioeconômico e sociodemográfico dos trabalhadores ocupados formais na fruticultura da RIDE Petrolina (PE) e Juazeiro (BA).

No que se refere ao sexo dos ocupados, os dados da Tabela 04 nos mostra a participação absoluta de mão de obra do sexo feminino e masculino exercendo atividade formal na RIDE Petrolina (PE) e Juazeiro (BA).

Tabela 04 – Participação absoluta e relativa de empregos agrícolas formais na fruticultura, segundo sexo, na Região Integrada de Desenvolvimento de Petrolina (PE) e Juazeiro (BA), 2019/2002

Sexo do trabalhador	2019		2022		Variação (%)
	Abs	(%)	Abs	(%)	
Masculino	9.520	60,01	12.265	54,89	28,83
Feminino	6.344	39,99	10.079	45,11	58,87
Total	15.864	100,00	22.344	100,00	40,85

Fonte: Elaborada pelos autores com base nos dados da Rais/MTE (2024).

Temos nos dados acima apresentados (Tabela 04), que se verifica uma predominância absoluta da mão de obra masculina no período observado (2019/2022). Considerando que a atividade agrícola é tradicionalmente associada ao sexo masculino, observa-se uma presença de 39,99% de mulheres em 2019 e 45,11% em 2022 entre os ocupados.

Vale destacar o aumento na participação das mulheres nas atividades agrícolas relacionadas à fruticultura na RIDE de Petrolina e Juazeiro. A variação na participação feminina foi de 58,87% do primeiro para o último ano analisado. Em contraste, o

crescimento da participação masculina no mesmo período foi aproximadamente metade do registrado pelo sexo oposto (Tabela 04).

Essas evidências corroboram os argumentos de Bruschini (2007), que afirmam que as transformações demográficas e econômicas tiveram um impacto significativo no empoderamento feminino. Além disso, o aumento do nível de escolaridade, a expectativa de vida ao nascer em comparação com os homens, a criação de novos postos de trabalho adequados às aptidões femininas e o uso de métodos contraceptivos contribuem para a inserção das mulheres no mercado de trabalho.

Se formos observar a participação de trabalhadores formais da RIDE de acordo com a faixa etária na qual estão inseridos, temos assim os seguintes dados disponíveis na Tabela 05 a seguir.

Tabela 05 – Participação absoluta e relativa de empregos agrícolas formais na fruticultura, segundo faixa etária, na Região Integrada de Desenvolvimento de Petrolina (PE) e Juazeiro (BA), 2019/2002

Faixa Etária	2019		2022		Variação (%)
	Abs	(%)	Abs	(%)	
Até 17 anos	06	0,04	13	0,06	116,67
18 a 24 anos	3.510	22,13	5.741	25,69	63,56
25 a 29 anos	2.484	15,65	3.783	16,93	52,29
30 a 39 anos	4.946	31,18	6.049	27,07	22,30
40 a 49 anos	3.330	20,99	4.546	20,35	36,52
50 a 64 anos	1.559	9,83	2.169	9,71	39,13
65 ou mais	29	0,18	43	0,19	48,28
{Não classificado ⁶ }	0	0,00	0	0,00	0,00
Total	15.864	100,00	22.344	100,00	40,85

Fonte: Elaborada pelos autores (2024) com base nos dados da Rais/MTE (2024).

No que diz respeito à faixa etária dos ocupados formais agrícolas na fruticultura, os dados da Tabela 05 temos que o crescimento de empregos formais na fruticultura na RIDE Petrolina-Juazeiro entre 2019 e 2022 apresentou variações específicas entre as diferentes faixas etárias. Os jovens até 17 anos, embora representando uma pequena parcela do total, viram um aumento de 116,67% dos empregos, indicando uma ligeira expansão em programas de aprendizagem.

⁶ Normalmente, toda variável categórica possui uma denominação chamada por Ignorado ou não classificado, devido à possibilidade de ocorrência de valores não previstos originalmente (Rais, 2024).

A faixa etária de 18 a 24 anos registrou um crescimento expressivo de 63,56%, estabelecendo uma maior absorção de jovens adultos no setor, provavelmente devido à sua disposição para atividades mais intensas fisicamente. Já os trabalhadores de 25 a 29 anos, com um aumento de 52,29%, continuam essenciais, representando um grupo com experiência crescente. A faixa de 30 a 39 anos, embora ainda dominante em termos absolutos, apresentou um crescimento mais moderado de 22,30%, com uma queda em sua participação relativa. Os trabalhadores de 40 a 49 anos tiveram um aumento de 36,52%, mantendo sua relevância, apesar de um crescimento mais contido em comparação aos mais jovens.

A faixa de 50 a 64 anos também cresceu 39,13%, mas sua participação constante, refletindo desafios associados ao envelhecimento da força de trabalho. Finalmente, o grupo de 65 anos ou mais, embora pequeno, viu um aumento de 48,28% nos empregos, indicando que os trabalhadores mais velhos ainda estão engajados, possivelmente em funções menos exigentes. É importante ressaltar que a faixa etária de 30 a 39 anos concentrou 31,18% dos ocupados no primeiro ano e 27,07% no último, destacando-se como a faixa etária com a maior participação no emprego formal agrícola no segmento analisado. Em contraste, a faixa etária de 50 anos ou mais representava apenas 9,90% dos ocupados em 2022.

A análise da distribuição dos empregos formais na fruticultura por faixa etária na RIDE Petrolina-Juazeiro entre 2019 e 2022 revela um crescimento significativo em todas as faixas, com destaque para os grupos mais jovens, especialmente entre 18 a 24 anos. A faixa etária de 30 a 39 anos, embora tenha visto uma redução relativa em sua participação, ainda domina em termos absolutos. O crescimento mais acentuado entre os mais jovens sugere uma renovação gradual da força de trabalho, enquanto os trabalhadores mais experientes continuam desempenhando um papel vital.

Com relação ao nível de escolaridade, temos os seguintes dados observados na Tabela 06, revelando a dinâmica dos empregos agrícolas formais na fruticultura, segmentados por escolaridade formal, na Região Integrada de Desenvolvimento de Petrolina (PE) e Juazeiro (BA), entre 2019 e 2022. O crescimento total de 40,85% no número de empregos reflete o aumento de 15.864 para 22.344, mas a distribuição desse crescimento varia significativamente conforme o nível de escolaridade.

Tabela 06 – Participação absoluta e relativa de empregos agrícolas formais na fruticultura, segundo escolaridade formal, na Região Integrada de Desenvolvimento de Petrolina (PE) e Juazeiro (BA), 2019/2002

Escolaridade Formal	2019		2022		Variação (%)
	Abs	(%)	Abs	(%)	
Analfabeto	364	2,29	373	1,67	2,47
Até 5º incompleto	2.346	14,79	2.243	10,04	(4,39)
5º completo fund.	1.036	6,53	1.078	4,82	4,05
6º a 9º fundamental	3.401	21,44	3.912	17,51	15,02
Fundamental completo	2.593	16,35	4.348	19,46	67,68
Médio incompleto	1.876	11,83	3.114	13,94	65,99
Médio completo	4.198	26,46	7.189	32,17	71,25
Superior incompleto	31	0,20	42	0,19	35,48
Superior completo	19	0,12	44	0,20	131,58
Mestrado	0	0,00	0	0,00	0,00
Doutorado	0	0,00	1	0,00	0,00
{N classificado}	0	0,00	0	0,00	0,00
Total	15.864	100,00	22.344	100,00	40,85

Fonte: Elaborada pelos autores (2024) com base nos dados da Rais/MTE (2024).

Os dados mostram que, enquanto o número de empregos para analfabetos aumentou marginalmente em 2,47%, sua participação relativa caiu de 2,29% para 1,67%, indicando uma possível diminuição na contratação de trabalhadores com menor escolaridade. Em contraste, as faixas de escolaridade fundamental (6ª a 9ª série) e médio incompleto tiveram aumentos expressivos na participação, com a última registrando um crescimento significativo de 67,68%, sugerindo uma maior valorização desses níveis de escolaridade no setor.

Os trabalhadores com ensino médio completo, que representavam 26,46% dos empregos em 2019, aumentaram sua participação para 32,17% em 2022, com um crescimento absoluto de 71,79%, destacando o ensino médio como um diferencial competitivo no mercado de trabalho agrícola. No nível superior, houve um crescimento significativo no número de trabalhadores com ensino superior incompleto (35,48%) e completo (31,58%), embora ainda representem uma pequena parcela do total de empregos.

A ausência de empregados com pós-graduação indica que funções altamente especializadas são raras ou inexistentes no setor agrícola local.

Em síntese, a tabela evidencia uma tendência de valorização da escolaridade no mercado de trabalho agrícola da RIDE Petrolina-Juazeiro, com os maiores ganhos concentrados nas faixas de escolaridade fundamental, médio incompleto, e médio completo, sugerindo uma maior demanda por trabalhadores com níveis intermediários de educação, enquanto o crescimento na contratação de trabalhadores menos escolarizados foi mais modesto, indicando que, ao longo dos anos, os postos de trabalho formais na fruticultura estão demandando mão de obra cada vez mais qualificada.

No que diz respeito à variável rendimento médio temos a seguir a Tabela 07, que apresenta a participação absoluta e relativa de empregos agrícolas formais na fruticultura na Região Integrada de Desenvolvimento de Petrolina (PE) e Juazeiro (BA), segundo faixas de remuneração em salários-mínimos (SM) para os anos de 2019 e 2022.

Tabela 07 – Participação absoluta e relativa de empregos agrícolas formais na fruticultura, segundo faixa de remuneração em salários-mínimos, na Região Integrada de Desenvolvimento de Petrolina (PE) e Juazeiro (BA), 2019/2002

Remuneração em salário mínimo (SM)	2019		2022		Variação (%)
	Abs	(%)	Abs	(%)	
Até 01 salário	1.284	8,09	607	2,72	(52,73)
Mais de 01 a 02 SM	13.916	87,72	19.794	88,59	29,70
Mais de 02 a 03 SM	60	0,38	405	1,81	575,00
Mais de 03 a 05 SM	08	0,05	102	0,46	1.175,00
Mais de 05 a 10 SM	04	0,03	06	0,03	50,00
Mais de 10 a 20 SM	0	0,00	174	0,78	00,00
Mais de 20 SM	0	0,00	07	0,03	0,00
{N classificado}	592	3,73	1.249	5,59	76,17
Total	15.864	100,00	22.344	100,00	40,85

Fonte: Elaborada pelos autores com base nos dados da Rais/MTE (2024).

De forma mais detalhada, observa-se de acordo com os dados da Tabela 07, uma tendência de concentração dos trabalhadores nas faixas mais baixas de remuneração, com destaque para a faixa de "Mais de 01 a 02 SM", que representa a maioria dos empregos em ambos os anos, subindo de 87,72% em 2019 para 88,59% em 2022. Esse crescimento de 29,70% no número de empregos nessa faixa sugere que, embora haja um aumento no total

de empregos, a maioria dos trabalhadores permanece em níveis de remuneração relativamente baixos.

Por outro lado, a faixa "Até 01 salário" teve uma queda acentuada de 52,73%, reduzindo sua participação relativa de 8,09% para 2,72%, o que pode indicar uma redução nas contratações com salários mínimos ou a migração de trabalhadores para faixas salariais superiores. Nas faixas mais altas, como "Mais de 03 a 05 SM", "Mais de 05 a 10 SM" e "Mais de 10 a 20 SM", os números absolutos permanecem baixos, porém, o aumento percentual é expressivo, como o crescimento de 1.175,00% na faixa "Mais de 02 a 03 SM". Esse aumento, embora significativo, ainda representa uma pequena parcela do total, sugerindo que os empregos bem remunerados na fruticultura ainda são escassos. Esses resultados divergem das observações de Silva Filho e Mariano (2011) para o Nordeste.

A categoria "N classificado" também apresentou um aumento substancial de 76,17% em termos absolutos, o que pode refletir uma diversidade de funções ou inconsistências na classificação dos salários. Em síntese, a tabela revela uma estrutura salarial predominantemente concentrada nas faixas mais baixas, com pequenas, mas importantes, variações nas faixas superiores, o que pode indicar um leve movimento de valorização salarial ou diversificação dos empregos na fruticultura regional.

No que se refere à rotatividade da mão de obra, os dados da Tabela 08 revelam uma alta rotatividade no estoque de empregos formais na fruticultura. Observa-se um aumento percentual dos trabalhadores que deixaram seus postos de trabalho em menos de um ano, comparado ao último ano do período analisado. Essa evidência é corroborada por Balsan (2006), que constatou que o segmento agrícola passa por um processo de mecanização e ajustes no mercado, com oscilações sazonais e cíclicas que facilitam a criação e destruição de postos de trabalho. Em 2019, 48,05% da força de trabalho agrícola na fruticultura deixava seus empregos em menos de um ano. Em 2022, a participação de empregados nessa situação aumentou para 50,05%.

Tabela 08 – Participação absoluta e relativa de empregos agrícolas formais na Fruticultura, Segundo Faixa Tempo Emprego, na Região Integrada de Desenvolvimento de Petrolina (PE) e Juazeiro (BA), 2019/2002

Faixa tempo emprego	2019		2022		Variação (%)
	Abs	(%)	Abs	(%)	
Menos de 01 ano	7.623	48,05	11.183	50,05	46,70
01 a menos de 03 anos	4.861	30,64	6.783	30,36	39,54
03 a menos de 05 anos	1.568	9,88	2.122	9,50	35,33
05 anos ou mais	3.378	21,29	2.249	10,07	(33,42)
{N classificado}	02	0,01	07	0,03	250,00
Total	15.864	100,00	22.344	100,00	40,85

Fonte: Elaborada pelos autores com base nos dados da Rais/MTE (2024).

Em relação aos trabalhadores que permaneciam no emprego por cinco anos ou mais, houve uma redução significativa, com a porcentagem caindo de 21,29% em 2019 para 10,07% em 2022, o que representa uma variação negativa de 33,42% (Tabela 8). Isso indica que o estoque de trabalhadores agrícolas na fruticultura é relativamente baixo em relação à demanda efetiva de mão de obra, que é maior durante os períodos de safra, seja no plantio ou na colheita.

Os resultados apontam que, mesmo em relações de trabalho formalmente assalariadas, há uma forte destruição de postos de trabalho devido à reestruturação produtiva. O aumento dos contratos temporários reflete o contexto macroestrutural de flexibilidade no mercado de trabalho, onde a permanência dos trabalhadores está sujeita à flutuação sazonal e cíclica da economia, além das estratégias de redução de custos salariais. Isso ocorre porque a acumulação de tempo de serviço encarece a mão de obra e dificulta a dispensa dos trabalhadores (Mattei, 2015; Corseuil *et al.*, 2013).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os principais resultados apresentados no estudo demonstram a expressiva participação da fruticultura na PEA formal agropecuária da RIDP Petrolina e Juazeiro, com um avanço de 3,36 pontos percentuais no período analisado. O município de Petrolina se destaca como líder na geração de postos de trabalho no segmento, concentrando 55,90% dos trabalhadores formais agrícolas na fruticultura da Região Integrada em 2022, o que justifica o segundo maior PIB agrícola do Nordeste.

Observa-se também que a expansão territorial da agricultura na Região Integrada foi acompanhada por uma diminuição da produtividade, seja na relação produto/ha, ou na relação ha/trabalhador (a). Ou seja, a expansão territorial da fruticultura não acarretou em um aumento quantitativo da produção nas mesmas proporções, também a demanda por trabalhador excede em larga escala a expansão territorial da agricultura.

No segmento analisado, predominam trabalhadores na faixa etária de 30 a 39 anos (27,07%) em 2022, com um aumento notável da mão de obra juvenil. Em relação às faixas etárias acima dos 50 anos, percebe-se um crescimento na participação da PEA, que passou de 9,52% para 14,15% no período em estudo. Apesar do aumento da expectativa de vida e da queda na taxa de reposição, a fruticultura continua absorvendo a mão de obra jovem, o que diverge da tendência observada em outros segmentos da economia.

Observou-se também um aumento na participação de mulheres no mercado de trabalho da fruticultura, decorrente da maior inserção feminina no mercado de trabalho, da necessidade de complementar a renda familiar, e do fato de muitas serem chefes de família, além da influência dos métodos contraceptivos, que permitem maior planejamento familiar.

No que se refere à escolaridade formal, uma parcela expressiva dos trabalhadores (32,17%) tinha ensino médio completo em 2022, evidenciando também um aumento nas faixas de escolaridade mais elevadas. Nesse sentido, percebe-se que a atividade agrícola da fruticultura vem demandando/absorvendo, nos últimos anos, trabalhadores cada vez mais instruídos.

Quanto ao tempo de permanência dos fruticultores, constata-se uma elevada rotatividade da mão de obra. Em 2019, 48,05% dos trabalhadores ficaram alocados na fruticultura por menos de um ano, percentual que foi de 50,05% em 2022. Ademais, houve uma variação negativa de 33,42% no número de trabalhadores alocados por mais de cinco anos no segmento analisado. Essas evidências reduzem a expectativa de emprego duradouro e corroboram a redução do rendimento nominal, uma vez que boa parte do ano os trabalhadores permanecem desempregados, trabalhando esporadicamente em atividades para o autoconsumo e para terceiros, sem carteira assinada.

No que diz respeito ao rendimento médio dos trabalhadores, observou-se uma concentração na faixa de 1 a 2 salários mínimos (88,59%) em 2022. Além disso, percebe-se uma redução de 52,73% no número de trabalhadores que recebiam até 01 salário mínimo ao longo do período analisado.

Diante do exposto, pode-se inferir as condições de trabalho precárias desenvolvidas nas atividades agrícolas formais voltadas à fruticultura na RIDE de Petrolina e Juazeiro.

Embora vagas tenham sido criadas, a qualidade dessas oportunidades compromete a sucessão geracional na agricultura e acentua as disparidades de gênero, uma vez que essa atividade absorve significativamente a mão de obra feminina e juvenil. Esses gargalos são reforçados pela elevada rotatividade, resultando em baixos níveis de rendimentos e produtividade. Em termos mais amplos, essas condições impedem a emancipação socioeconômica desse contingente populacional e inibem a construção de um desenvolvimento rural sustentado.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, J. A. S.; BERNARDO, L. V. M.; STADUTO, J. A. R. Emprego formal na agropecuária do estado de Rondônia: uma análise do comportamento do mercado de trabalho. **Geosul**, v. 35, p. 210-230, 2020. <<http://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat/index.htm>>. Acessado em 11 de agosto 2024.
- AMARAL, J. A. S.; RODRIGUES, T.; STADUTO, J. A. R. Emprego formal na agropecuária do Estado do Paraná: Uma análise por sexo. **Economia & região**, v. 8, p. 163, 2020.
- ARAÚJO, J. B. **Mercado de trabalho e desigualdade**: o Nordeste brasileiro nos anos 2000. Campinas, SP, 2017, 319 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Econômico) – Universidade Estadual de Campinas, 2017.
- ATLAS BRASIL. Atlas do desenvolvimento no Brasil 2010. Disponível em: <<http://atlasbrasil.org.br/2013/home/>>. Acesso em: 28/06/2020.
- BALSAN, R. Impactos decorrentes da modernização da agricultura brasileira. **Campo territorial**: Revista de Geografia Agrária, v. 1, n. 2, p. 123-151, ago. Fortaleza: 2006.
- BARBOSA, G. S.; LIMA, J. R. F. ; FERREIRA, M. O. . Tipificação de produtores por nível de inovação: análise na fruticultura do Vale do São Francisco. **Revista de economia e agronegócio**, v. 18, p. 1, 2021.
- BNB – BANCO DO NORDESTE DO BRASIL. **Polos de desenvolvimento integrado**. Polo Petrolina/Juazeiro – Localização. Disponível em: <http://www.bnb.gov.br/content/aplicacao/Polos_Desenvolvimento/Polo_Petrolina_Juazeiro/gerados/polo_petrojua_localizacao.asp>. Acesso em: 7 nov. 2020.
- BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Região Integrada de Desenvolvimento – RIDE Petrolina- Juazeiro. Documentos e publicações. Disponível em: <http://www.mi.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=e7f5d3d8-e874-4968-8dd2-210b04e07026&groupId=63635>. Acesso em: 09 jun. 2020.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). **Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) de 2010, 2019 e 2021. Base de dados estatísticos**. Brasília. Disponível em: <<http://bi.mte.gov.br/bgcaged/rais.php>>. Acesso em: 27/08/2023.

BRUSCHINI, M. C. A. Trabalho e gênero no Brasil nos últimos dez anos. **Caderno de Pesquisa**, v. 37, n. 132, set./dez. 2007.

CAGED – Cadastro Geral de Empregados e Desempregados. Disponível em: <<http://bi.mte.gov.br/bgcaged/rais.php>>. Acesso em: 9 jan. 2023.

CORSEUIL, C. H.; FOGUEL, M.; GONZAGA, G. RIBEIRO, E. P. A rotatividade dos jovens no mercado de trabalho formal brasileiro. **Nota Técnica**, IPEA, mercado de trabalho nº 55 ago, 2013.

DATAVIVA. **Balança Comercial Petrolina (2019-2022)**. s.d. Disponível em: <<https://www.dataviva.info/pt/location/2pe030105/trade-partner>>. Acesso em: 01 set. 2024.

ELIAS, D. Construindo a noção de Região Produtiva do Agronegócio. In: OLIVEIRA, H. C.; CALIXTO, M. J. M. S.; SOARES, B. R. (org.). **Cidades médias e região**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2017.

FERREIRA, C. B. Análise da produtividade agrícola no Vale do São Francisco: um estudo diante da escassez de recursos hídricos. 89p. **Tese de Doutorado**. Universidade de São Paulo – USP, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba-SP, 2022.

FREITAS, I. K. F. **Impacto econômico e social da crise financeira internacional na cadeia produtiva da uva de mesa: o caso do Submédio São Francisco**. Fortaleza, CE, 98 p. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) – Universidade Federal do Ceará, 2010.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5 ed. São Paulo, 197, 2010.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Agrícola Municipal**. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 13/01/2024.

KON, A. **A economia do trabalho**: qualificação e segmentação no Brasil. Editora Altas Books. Rio de Janeiro. 2016.

LIMA, R. J.; SOUSA, E. P. Desenvolvimento rural dos municípios da Região Integrada Petrolina (PE) – Juazeiro (BA). **Cadernos de ciências sociais aplicadas (UESB)**, v.14, p.1-18, 2017.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. AGROSTAT - **Estatísticas de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro**. 2024. Disponível em: <<http://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat/index.htm>>. Acessado em 11 de agosto 2024.

MAPBIOMAS. **Estatísticas**. Série Histórica. 2024. Disponível em: <<https://plataforma.brasil.mapbiomas.org>>. Acesso em: 01 set. 2024.

MATTEI, L. Emprego Agrícola: cenários e tendências. **Estudos Avançados (USP)**, v. 29, p. 001-388, 2015.

MOURA, J. E. A.; PAIVA, M. J. G. Dinâmica ocupacional no cultivo da uva nos municípios de Petrolina (PE) e Juazeiro (BA), nos anos de 2005 e 2015. **Revista Gestão e sustentabilidade ambiental**, v. 8, p. 199-216, 2019.

OLIVEIRA FILHO, S. F. S.; MELO, A. D. S.; XAVIER, L. F.; SOBEL, T. F.; COSTA, E. D.

F. Adoção de estratégias para redução de riscos: identificação dos determinantes da diversificação produtiva no Polo Petrolina-Juazeiro. **Revista de economia e sociologia rural**, v. 52, n. 1, p. 117-38, 2014

OLIVEIRA, P. D. D.; LIMA, M. S. M. C. Situação econômica da fruticultura irrigada no Submédio do São Francisco: avaliação dos últimos anos. **Revista Ibero - Americana de Humanidades, Ciências e Educação- REASE**, v. 7, n. 6, p. 823-842, 2021.

SILVA FILHO; L. A. MARIANO, J. L. Evolução do emprego formal agropecuário no Nordeste brasileiro – 1999-2009. **Revista Geonordeste**, Ano XXII, n.2. 2011.

VITTI, A. **Análise da competitividade das exportações brasileiras de frutas selecionadas no mercado internacional**. 2009. 107 f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

XAVIER, L. F.; COSTA, R. de F.; COSTA, E. de F. Adoção de tecnologias poupadoras de água na fruticultura irrigada do Vale do São Francisco: uma comparação entre percepções de colonos e empresas. **Revista de economia e sociologia rural**, v. 44, n. 2, p. 219–241, abr./jun. 2006.



DEMANDA POR CRÉDITO RURAL E EXPANSÃO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA NO NORDESTE

George Portela Teixeira

Agrônomo e mestrando do Programa de Pós-Graduação em Economia Rural (UFC)
george.p.teixeira@gmail.com

Vitória Maria Oliveira Arruda

Mestre e doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Economia Rural (UFC)
vitoriaarruda19@gmail.com

Vitor Hugo Miro Couto Silva

Professor - Programa de Pós-Graduação em Economia Rural (UFC)
vitormiro@ufc.br

Grupo de Trabalho (GT): GT3. Política Agrária, Desenvolvimento Rural e Agricultura Familiar

RESUMO

A agropecuária exerce papel estratégico na economia nacional, contribuindo substancialmente para o Produto Interno Bruto. No entanto, a ampliação e modernização da atividade agrícola dependem do acesso ao crédito rural, que possibilita a aquisição de insumos, adoção de tecnologias e realização de investimentos. Neste contexto, este estudo investiga a relação entre a demanda por crédito rural e a expansão da produção agrícola no Nordeste brasileiro e no MATOPIBA entre 2013 e 2023, incorporando variáveis climáticas e regionais à análise. Para isso, foram utilizados dados municipais do Banco Central do Brasil (Matriz de Dados do Crédito Rural), do Sistema IBGE de Recuperação Automática e do Instituto Nacional de Meteorologia. A metodologia baseou-se na aplicação de regressões lineares simples e múltiplas, cuja estimativa foi por Mínimos Quadrados Ordinários. As estimativas mostraram que a área plantada tem efeito positivo e estatisticamente significativo sobre a demanda por crédito rural, embora que a demanda seja inelástica. As condições climáticas também influenciaram o resultado: a pluviosidade apresentou efeito positivo, enquanto o aumento da temperatura esteve associado à queda na demanda. Os efeitos temporais revelaram uma tendência de crescimento expressivo no crédito ao longo do período analisado. A variável regional (MATOPIBA) apresentou significância estatística, mas sem efeito econômico relevante. Nos recortes por finalidade, observou-se que o crédito para industrialização foi o único que não apresentou relação significativa com a expansão da área plantada. Conclui-se que há uma associação positiva entre crescimento agrícola e demanda por financiamento, embora o modelo possua limitações. Estudos futuros com abordagens em painel e modelos específicos de causalidade podem aprimorar a compreensão sobre os determinantes do crédito rural no semiárido.

Palavras-chave:

Agropecuária;
Expansão agrícola;
Semiárido;
Financiamento
agropecuário;
MATOPIBA

RURAL CREDIT DEMAND AND AGRICULTURAL PRODUCTION EXPANSION IN NORTHEAST BRAZIL

ABSTRACT

Agribusiness plays a strategic role in the national economy, contributing substantially to the Gross Domestic Product. However, the expansion and modernization of agricultural activity depend on access to rural credit, which enables the acquisition of inputs, adoption of technologies, and realization of investments. In this context, this study investigates the relationship between the demand for rural credit and the expansion of agricultural production in the Brazilian Northeast from 2013 to 2023, incorporating climatic and regional variables into the analysis. For this purpose, municipal-level data were used from the Central Bank of Brazil (Rural Credit Data Matrix), the IBGE Automatic Recovery System (SIDRA), and the National Institute of Meteorology (INMET). The methodology was based on the application of simple and multiple linear regressions estimated by Ordinary Least Squares. The estimates showed that planted area has a positive and statistically significant effect on the demand for rural credit, although the demand is inelastic. Climatic conditions also influenced the results: rainfall had a positive effect, while increasing temperature was associated with a decrease in demand. Temporal effects revealed a strong upward trend in credit over the analyzed period. The regional variable (MATOPIBA) was statistically significant but showed no relevant economic effect. In the breakdown by credit purpose, it was observed that credit for industrialization was the only category not significantly related to the expansion of planted area. It is concluded that there is a positive association between agricultural growth and demand for financing, although the model has limitations. Future studies using panel data and specific causality models may enhance the understanding of the determinants of rural credit in the semi-arid region

Keywords:

Agriculture;
Agricultural expansion;
Semi-arid region;
Agricultural financing;
MATOPIBA.

1 INTRODUÇÃO

A agropecuária é um dos pilares da economia brasileira. Em 2024, o setor representou 21,8% do Produto Interno Bruto (PIB), segundo o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA, 2024). Entre 1977 e 2017, a produção de grãos no país passou de 47 para 237 milhões de toneladas, enquanto a área plantada cresceu apenas 60%, ocupando cerca de 30% do território nacional em 2017 (Barros, 2017; Estados Unidos, 2017; Miranda, 2017; Bolfe, 2018).

Esse avanço da produção está associado à modernização tecnológica do setor, que, por sua vez, enfrenta desafios recorrentes relacionados à restrição de capital. Ugochukwu e Phillips (2017) destacam que a adoção de tecnologias envolve custos de transação. Contudo, assimetrias tecnológicas entre produtores elevam a percepção de risco. Dessa forma, fatores como escolaridade, facilidade de uso das inovações e, sobretudo, o acesso ao crédito rural tornam-se centrais para viabilizar investimentos em tecnologia.

O crédito rural tem papel estratégico no financiamento da atividade agrícola. Conforme o Banco Central do Brasil (Brasil, 2025a), ele abrange desde a aquisição de

insumos até investimentos em infraestrutura, comercialização, industrialização e mitigação de riscos. Os beneficiários se distribuem em categorias conforme o faturamento anual: até R\$ 500 mil (Pronaf – Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar); até R\$ 3 milhões (Pronamp – Programa Nacional de Apoio ao Médio Produtor Rural); e demais produtores em programas com regras próprias (Brasil, 2025b; Brasil, 2025º).

A região do MATOPIBA surge como a última fronteira agrícola inserida no bioma cerrado. A sigla corresponde às regiões de cerrado do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia. O processo de intensificação da agricultura ocorreu de forma acelerada a partir dos anos 1990, com o incentivo do crédito subsidiado e da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Atualmente, ocupa elevado destaque na produção de *commodities* agrícolas. (Belchior et al., 2017; Strassburg et al., 2017)

Com efeito, a região Nordeste, de clima predominantemente semiárido, enfrenta adversidades climáticas como chuvas irregulares (Chaudhuri, 2018) e altas taxas de evaporação potencial (Mamede et al., 2012). Esses fatores dificultam o armazenamento de água e aumentam a dependência de condições climáticas nas atividades produtivas (Moura, 2007). As variáveis climáticas afetam diretamente a produtividade agrícola e devem ser consideradas na análise da expansão agrícola da região. Desse modo, o crédito rural desempenha função importante como agente ativo de mitigação dos efeitos da seca (Cirilo, Targino e Pedroza, 2019).

Assim, além de essencial ao desenvolvimento agrícola, o crédito rural é ainda mais relevante em contextos de instabilidade econômica e climática. Henschel, Queiroz e Gimenes (2023) evidenciaram que esse recurso figura como a principal demanda dos produtores para garantir permanência na atividade, embora seu acesso seja limitado e desigual. Os riscos próprios da atividade aumentam as incertezas sobre o pagamento de credores, o que compromete a oferta tradicional de crédito, abrindo espaço para alternativas como o Barter e outras formas de financiamento privado independentes do governo federal (Henschel, Queiroz e Gimenes, 2023).

Nesse contexto, este estudo tem como objetivo analisar quais fatores que influenciam a demanda por crédito rural na região Nordeste entre 2013 e 2023. A hipótese central é que a demanda está positivamente associada à expansão da área plantada, sendo influenciada também por condições climáticas e pela localização dos municípios no território do MATOPIBA. Além disso, considera-se que o volume de crédito destinado ao setor agropecuário variou ao longo do período, refletindo transformações nas políticas econômicas e agrícolas.

A relevância deste estudo se dá pelo fato de que, apesar da ampla literatura sobre crédito rural no Brasil, poucos trabalhos se abordam especificamente a dinâmica na região Nordeste, especialmente em áreas como o MATOPIBA (Ribeiro et al., 2023). Além disso, são escassas as análises que relacionam diretamente a demanda por crédito com a expansão agrícola no Nordeste brasileiro. O diferencial deste artigo está em controlar os efeitos de variáveis climáticas, *dummies* para o MATOPIBA e para os diferentes anos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Esta seção apresenta os procedimentos metodológicos abordados neste estudo, organizados em duas partes. A primeira trata das fontes de dados utilizadas, abrangendo informações em nível municipal provenientes do Banco Central do Brasil (BACEN), por meio da Matriz de Dados do Crédito Rural (MDCR); da Produção Agrícola Municipal (PAM), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); e de dados climáticos fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). A segunda parte descreve os modelos de regressão simples e de regressão múltipla empregados, detalhando os procedimentos adotados na construção e estimação do modelo.

Os dados utilizados referem-se ao nível municipal, com filtros aplicados para considerar os 1.794 municípios pertencentes à região Nordeste do Brasil, que compreende os Estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe. No caso do MATOPIBA, foi considerado porções dos Estados do Maranhão, Piauí e Bahia e o Estado do Tocantins em sua totalidade, conforme ilustrado na Figura 1.

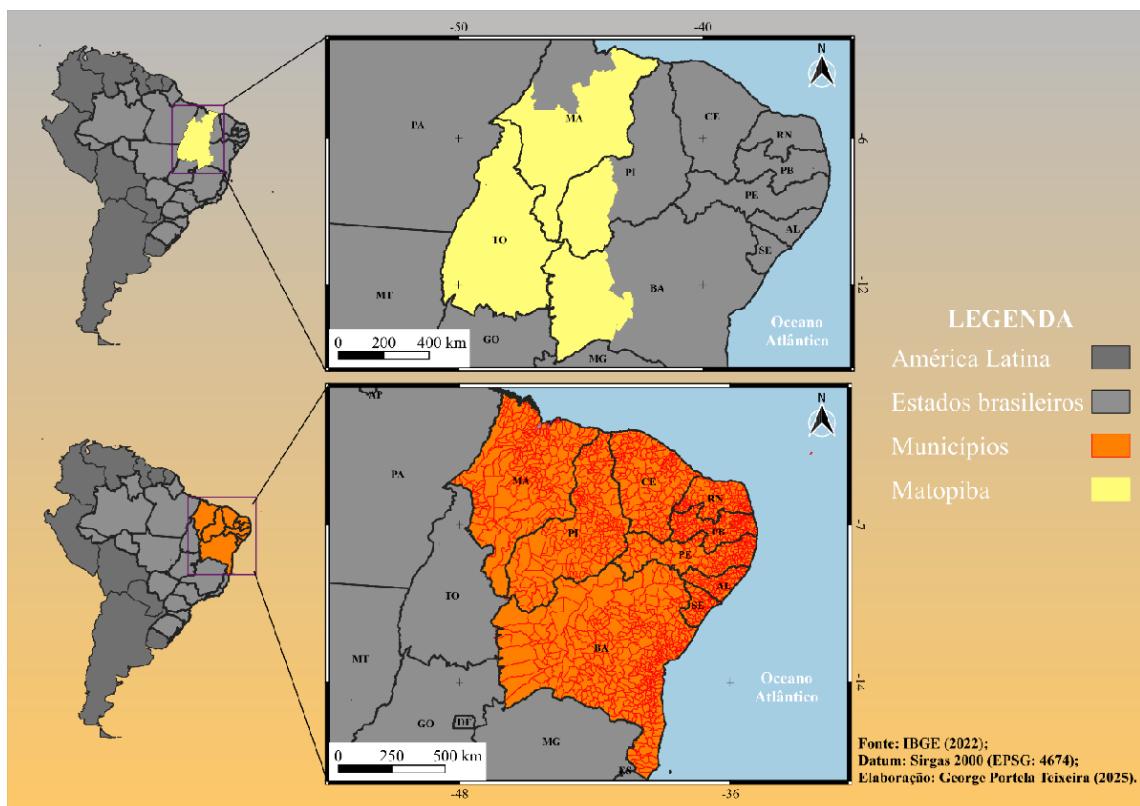


Figura 1 – Mapa político dos municípios da região Nordeste do Brasil do MATOPIBA

2.1 Fonte de dados

Este estudo utilizou dados oriundos de três fontes principais, todos em nível municipal e referentes ao período de 2013 a 2023. Os dados agrícolas foram obtidos por meio da plataforma do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA), especificamente da tabela 1.612 da Produção Agrícola Municipal (PAM), que apresenta informações sobre culturas temporárias. Os dados foram extraídos e filtrados via Interface de Programação de Aplicação (API) do SIDRA, com auxílio da biblioteca *sidrapy*, sendo selecionados apenas os municípios localizados na região Nordeste e do MATOPIBA. A variável de interesse foi a Área Plantada (AP), em hectares.

As informações sobre crédito rural foram obtidas a partir da MDCR, disponibilizada pelo Banco Central do Brasil. A coleta foi realizada por meio da API do BACEN, abrangendo as seguintes variáveis: valores destinados ao custeio, investimento, comercialização e industrialização. Todos os valores foram atualizados para preços constantes de 2023, com base no Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna (IGP-DI), calculado pela Fundação Getúlio Vargas (FGV).

Os dados climáticos foram fornecidos pelo INMET, compreendendo a temperatura média anual e a pluviosidade acumulada por ano. Foram consideradas 151 estações meteorológicas localizadas na região Nordeste, com exceção das estações dos arquipélagos de São Pedro e São Paulo e de Abrolhos, que foram excluídas para evitar erros no processo de interpolação. Para converter as informações das estações para o nível municipal, aplicou-se o método de Interpolação por Inverso da Distância (IDW), que estima valores com base na proximidade espacial, atribuindo pesos maiores aos pontos mais próximos. A interpolação foi realizada no *software* de livre acesso QGIS (versão 3.28.3), utilizando-se, posteriormente, a função de “estatística zonal” para obter a média anual das variáveis climáticas por município ao longo do período analisado.

2.2 Processamento dos dados

Com o fito de analisar os fatores associados à demanda por crédito rural, foi adotado o modelo de regressão linear múltipla. Esse modelo permite estimar a relação entre uma variável dependente contínua e um conjunto de variáveis explicativas, assumindo linearidade entre os parâmetros (Gujarati e Porter, 2011).

A estimativa dos coeficientes foi feita por meio do método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), que visa minimizar a soma dos quadrados dos resíduos. O modelo avalia a contribuição de cada variável explicativa na variação da variável dependente, controlando os efeitos das demais variáveis simultaneamente.

Para verificar a qualidade do ajuste, foi utilizado o coeficiente de determinação (R^2), que expressa a proporção da variância explicada pelo modelo. A significância estatística dos coeficientes, isoladamente, foi testada por meio do teste t, enquanto a significância do modelo foi avaliada com o teste F. Também foram observados os valores de p (valor-p) associados aos testes, considerando níveis de significância de 1%, 5% e 10%.

Para cumprir as condições, assumiu-se que as variáveis explicativas não apresentam multicolinearidade e que os resíduos seguem distribuição normal com média zero, variância constante e independência entre si.

2.2.1 Estimação da regressão linear

Inicialmente, foi estimado um modelo de regressão linear simples, com base no estimador de MQO, relacionando o logaritmo do Valor Total de Crédito Rural (\log_{10} VTTotal) com o logaritmo da Área Plantada (\log_{10} AP) no ano de 2023. Isso ocorreu para analisar,

separadamente, as finalidades específicas do valor total do crédito rural (*log_VT*), valor de custeio (*log_VC*), valor de investimento(*log_VI*), valor de comercialização (*log_VCm*) e valor de industrialização (*log_Vin*), como variáveis dependentes.

A transformação logarítmica foi aplicada para reduzir a amplitude dos dados e aproximar a distribuição das variáveis à normalidade, o que favorece a estimativa. O modelo geral adotado pode ser representado pela Equação 1:

$$\ln y_i = \beta_1 + \beta_2 \ln X_i + \epsilon_i \quad (1)$$

A análise foi realizada na linguagem *Python*, utilizando o *Google Colab*. As bibliotecas *pandas*, *numpy*, *statsmodels*, *seaborn* e *matplotlib* foram empregadas para o tratamento, visualização e estimativa dos dados. As bases referentes à área plantada e ao crédito rural foram integradas por meio da função *merge*, e a regressão foi realizada com a função *sm.OLS(y, X).fit()*.

2.2.2 Estimação da regressão múltipla

Posteriormente, foi estimado um modelo de regressão linear múltipla, com o logaritmo do Valor Total de Crédito Rural (*VITotal*) como variável dependente. As variáveis explicativas incluíram o logaritmo da Área Plantada (AP), o logaritmo da Pluviosidade Anual Acumulada (PAA) e o logaritmo da Temperatura Média Anual (TMA). Além disso, foram introduzidas variáveis *dummies* para os municípios pertencentes ao MATOPIBA (valor 1 para os incluídos, 0 para os demais) e para os anos de 2014 a 2023, sendo o ano de 2013 a categoria de referência. O modelo estimado é representado pela Equação 2:

$$\begin{aligned} \ln(VITotal) = & \beta_1 + \beta_2 \ln(AP) + \beta_3 \ln(PAA) + \beta_4 \ln(TMA) + \beta_5 \ln(MATOPIBA) \\ & + \sum_{t=2014}^{2023} \beta_t ANO + \epsilon_i \end{aligned} \quad (2)$$

As *dummies* temporais permitem mensurar as variações interanuais no valor do crédito em relação ao ano base (2013), enquanto a *dummy* MATOPIBA possibilita identificar diferenças estruturais entre os municípios dessa fronteira agrícola e os demais do Nordeste. Para facilitar a interpretação dos coeficientes das *dummies*, os resultados foram convertidos em variação percentual, conforme a Equação 3:

$$\% \Delta Y = (e\beta - 1) \times 100 \quad (3)$$

O procedimento de estimação foi realizado no ambiente *Google Colab*, com o uso das mesmas bibliotecas *Python* mencionadas anteriormente.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção apresentará os resultados das regressões simples realizadas no estudo durante o ano de 2023 e também os resultados da regressão múltipla ao longo do período de 2013 a 2023, com o objetivo de se comparar os resultados.

3.1 Regressão simples

A Figura 2 ilustra a dispersão entre o logaritmo do Valor Total de Crédito Rural (\log_{10} _VITotal) e o logaritmo da Área Plantada (\log_{10} _AP) no ano de 2023. Observa-se uma relação positiva entre as variáveis, embora a dispersão dos pontos indique a influência de outros fatores sobre a demanda por crédito rural que não foram considerados no modelo. As distribuições de \log_{10} _VITotal e \log_{10} _AP se aproximam da normalidade, mas apresentam algum nível de assimetria.

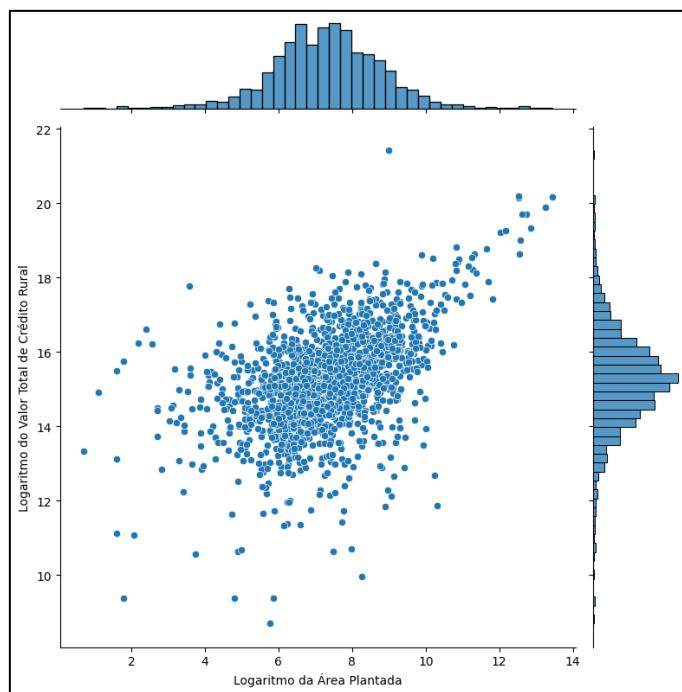


Figura 2. Gráfico de dispersão entre logaritmo do Valor Total de Crédito Rural e o logaritmo da Área Plantada no ano de 2023

Fonte: Elaboração própria.

Muitas variáveis podem influenciar a demanda por crédito rural. Quanto mais fossem incluídas na regressão, poderiam explicar de forma mais realista o fenômeno da demanda. Hananu, Abdul-Hanan e Zakaria (2015) observaram que fatores como o tamanho da propriedade, idade, nível de educação formal, adesão ao grupo e fonte de crédito impactam essa demanda. Chandio *et al.* (2020) concluíram que variáveis como educação formal, experiência agrícola, tamanho da propriedade, acesso a rodovias e contatos com serviços de extensão também desempenham um papel importante na demanda por crédito.

A Tabela 1 apresenta os resultados da regressão simples entre log_VITotal e log_AP. O coeficiente angular estimado ($\beta_2 = 0,42$) indica que um aumento de 1% na área plantada está associado a um acréscimo médio de 0,42% no valor de crédito contratado, caracterizando uma elasticidade inelástica. O coeficiente foi estatisticamente significativo a 1%, e o coeficiente de determinação ($R^2 = 24,5\%$) sugere que parte da variação no crédito pode ser explicada pela expansão agrícola.

Tabela 1 – Resultado da estimação do modelo utilizando a variável Valor Total de Crédito Rural pelo método dos Mínimos Quadrados Ordinários para o Nordeste brasileiro em 2023

Variável	Coeficiente	Erro Padrão	Teste t	P-Valor	Intervalo de Confiança
Intercepto	12,16	0,13	92,99	0,000	[11,90 – 12,40]
log_AP	0,42	0,02	23,93	0,000	[0,38 – 0,45]
Teste F	572,50			0,000	
R ²	0,245				

Fonte: Elaboração própria.

Os resultados indicam que a expansão da área plantada está positivamente associada à demanda por crédito rural. Esse padrão também foi observado por Reginato, Cunha e Vasconcelos (2019), que identificaram uma relação de causalidade entre o crescimento do PIB agropecuário e o aumento da demanda por crédito. Cavalcanti (2008) destaca ainda o papel de efeitos espaciais nesse contexto, que podem causar variações. Diferentemente desses estudos, que exploraram causalidade, os resultados apresentados indicam correlação positiva, mas não foi testada uma relação causal.

A Tabela 2 mostra resumo os resultados da estimação do modelo utilizando a variável Valor de Custo, Valor de Investimento, Valor de Comercialização e Valor de Industrialização pelo método do MQO.

Tabela 2– Resultado da estimativa do modelo utilizando a variável Valor de Custeio, Valor de Investimento, Valor de Comercialização e Valor de Industrialização pelo método dos Mínimos Quadrados Ordinários para o Nordeste brasileiro em 2023

Variável	Coeficiente	Erro Padrão	Teste t	P-Valor	Intervalo de Confiança
Valor de Custeio					
Intercepto	10,44	0,13	91,84	0,000	[11,713 – 12,214]
log_AP	0,41	0,02	22,50	0,000	[0,36 – 0,43]
Teste F	236,5	-	-	0,000	-
R ²	0,124				
Valor de Investimento					
Intercepto	11,96	0,202	51,536	0,000	[10,04 – 10,83]
log_AP	0,39	0,03	15,38	0,000	[0,36 – 0,47]
Teste F	506,00	-	-	0,000	-
R ²	0,223				
Valor de Comercialização					
Intercepto	10,26	0,525	19,54	0,000	[9,22 – 11,29]
log_AP	0,51	0,06	8,69	0,000	[0,39 – 0,63]
Teste F	75,45	-	-	0,000	-
R ²	0,289				
Valor de Industrialização					
Intercepto	10,82	2,03	5,32	0,000	[6,72 – 14,93]
log_AP	0,42	0,23	1,80	0,08	[-0,05 – 0,88]
Teste F	3,25	-	-	0,08	-
R ²	0,05				

Fonte: Elaboração própria.

A decomposição do crédito rural em suas finalidades (Tabela 2) revela padrões semelhantes. O crédito para custeio (log_VC) apresentou coeficiente $\beta_2 = 0,41$, com R² de 12,4%, enquanto o crédito para investimento (log_VI) teve $\beta_2 = 0,39$ e R² de 22,3%. Ambos os modelos foram significativos a 1%, indicando associação estatisticamente robusta, ainda que com explicações parciais da variabilidade observada.

A análise desagregada mostra que a demanda por crédito para custeio responde de forma ligeiramente mais intensa à expansão agrícola do que o crédito para investimento, indicando que os produtores têm demanda maior de recursos voltados à aquisição de insumos básicos como sementes, fertilizantes, defensivos. Ambos os tipos de crédito apresentaram elasticidade-preço inelástica, indicando que variações percentuais na área plantada geram variações proporcionais menores no volume de crédito demandado. Os baixos valores de R² reforçam a necessidade de inclusão de variáveis de controle como fatores climáticos, estruturais e de gestão conforme destaca Sobreira et al. (2022).

O crédito para comercialização (log_VCm) apresentou o maior coeficiente entre os modelos estimados ($\beta_2 = 0,51$), com R² de 28,9%, também significativo a 1%. Já o modelo referente ao crédito para industrialização (log_VIn) não foi estatisticamente significativo ao

nível de 5% ($p > 0,05$), apresentando um baixo R^2 (5,0%), sugerindo fraca associação com a área plantada.

A desagregação do crédito rural revela ainda que os financiamentos voltados à comercialização e industrialização representam uma parcela menor do total contratado. Apesar disso, o crédito para comercialização apresentou a maior sensibilidade à expansão da área plantada, sugerindo que produtores de médio e grande porte demandam crédito para viabilizar estruturas como silos e armazéns, conforme discutido por Carrara, Carvalho e Sbarai (2020). Por outro lado, o crédito para industrialização não apresentou significância estatística, sugerindo que sua demanda não está diretamente relacionada à variação da área cultivada, sendo provavelmente explicada por outros fatores estruturais ou de mercado.

3.2 Regressão múltipla

A Tabela 3 apresenta os resultados da regressão múltipla estimada por MQO. O modelo foi estatisticamente significativo ao nível de 1%, segundo o teste F. O intercepto da equação foi de 20,95. Entre as variáveis transformadas em logaritmo, observou-se que um aumento de 1% na Área Plantada está associado a um crescimento médio de 0,38% na demanda por crédito rural. Para a Pluviosidade, esse efeito foi de 0,05%. Ambos os casos indicam elasticidade-preço inelástica. Já no caso da Temperatura Média Anual, o efeito estimado foi negativo: um aumento de 1% na temperatura reduz a demanda por crédito rural em cerca de 2,56%, o que caracteriza uma resposta elástica.

A *dummy* referente aos municípios do Matopiba foi estatisticamente significativa, mas o coeficiente foi próximo de zero, sugerindo que há uma pequena diferença na demanda por crédito entre os municípios da região e os demais do Nordeste. Em termos percentuais, essa diferença foi de praticamente zero, com um valor estimado de -0,000000000032%.

As *dummies* de ano indicam um aumento contínuo da demanda por crédito em relação ao ano base (2013). As estimativas percentuais, obtidas a partir da transformação dos coeficientes com a fórmula exponencial, mostram crescimentos sucessivos: 24,01% em 2014; 45,25% em 2015; 16,13% em 2016; 144,81% em 2017; 171,34% em 2018; 192,09% em 2019; 274,94% em 2020; 543,53% em 2021; 852,96% em 2022; e 1297,68% em 2023. Os valores percentuais foram obtidos a partir da Equação 3.

Tabela 3 – Resultado da estimativa do modelo utilizando a variável Valor Total de Crédito Rural pelo método dos Mínimos Quadrados Ordinários para o Nordeste brasileiro entre 2013 e 2023.

Variável	Coeficiente	Erro Padrão	Teste t	P-Valor	Intervalo de Confiança
Intercepto	20,13	0,61	32,89	0,000	[18,93 – 21,33]
log_AP	0,38	0,006	66,89	0,00	[0,368 – 0,39]
log_Pluv	0,05	0,019	2,92	0,00	[0,019 – 0,094]
log_Temp	-2,56	0,176	-14,550	0,00	[-2,90 – -2,21]
Matopiba (dummy)	-3,10e-14	1,01e-15	-30,815	0,00	[-3,3e-14 – -2,9e-14]
2014	0,22	0,04	5,40	0,00	[0,14 – 0,29]
2015	0,37	0,04	9,32	0,00	[0,29 – 0,45]
2016	0,15	0,04	3,72	0,00	[0,07 – 0,29]
2017	0,89	0,04	22,42	0,00	[0,82 – 0,97]
2018	0,99	0,04	24,99	0,00	[0,92 – 1,08]
2019	1,07	0,04	26,78	0,00	[0,99 – 1,15]
2020	1,32	0,04	32,78	0,00	[1,24 – 1,40]
2021	1,86	0,04	46,25	0,00	[1,78 – 1,94]
2022	2,25	0,04	53,28	0,00	[2,17 – 2,37]
2023	2,64	0,04	64,66	0,00	[2,56 – 2,72]
Teste F	1,081	-	-	0,00	-
R ²	0,419				

Fonte: Elaboração própria.

Esses resultados indicam que, apesar do cultivo de culturas temporárias apresentar mais riscos devido ao ciclo produtivo mais curto (Souza e Clemente, 2008), o crédito rural tem papel fundamental na sustentação da atividade, contribuindo para aumento da produção, rentabilidade e redução de riscos financeiros (Ullah *et al.*, 2016).

O impacto das variáveis climáticas reforça essa lógica: em anos ou regiões com maior pluviosidade, os produtores tendem a assumir mais riscos, o que impulsiona a expansão da atividade e, consequentemente, da demanda por crédito. Já o aumento da temperatura, conforme relatado por Silva *et al.* (2007) e Bohm *et al.* (2024), compromete a fisiologia das plantas e eleva a incerteza da produção, o que pode minimizar a demanda por financiamentos.

Apesar de Carmo e Almeida (2016) não terem encontrado resultados significativos para a pluviosidade, os autores destacam sua importância, principalmente na necessidade de financiar sistemas de irrigação. Isso indica que, mesmo com efeitos estatisticamente pequenos, algumas variáveis podem ter relevância operacional para os produtores. Portanto, é importante distinguir a significância estatística e relevância econômica (Gujarati e Porter, 2011).

Embora o modelo aponte efeitos significativos para variáveis como Matopiba, o baixo coeficiente indica poucos resultados práticos. A trajetória do crédito ao longo dos anos

mostra-se crescente, com exceção de 2016, ano que apresentou o menor crescimento percentual. Esse comportamento irregular pode estar relacionado a eventos macroeconômicos e políticos que afetaram a oferta de crédito e o ritmo da atividade agropecuária, como destacado por Fossá *et al.* (2024).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste trabalho mostram que, entre os componentes do Crédito Rural analisados em 2023, apenas o crédito destinado à industrialização não apresentou significância estatística. Isso sugere que a variação na área plantada não é capaz de explicar o comportamento desse tipo de crédito, ao contrário do que se observou nos demais.

Além disso, os dados confirmaram a hipótese da pesquisa de que a expansão da agricultura está associada ao aumento na demanda por crédito. A inclusão das variáveis climáticas, como pluviosidade e temperatura, contribuiu para uma descrição mais fiel da realidade da região, demonstrando que o clima exerce influência direta sobre o comportamento de quem gera a atividade agrícola. A temperatura média anual foi a única variável que apresentou demanda elástica, indicando que o aumento dessa variável impacta negativamente o volume de crédito contratado.

As variáveis *dummies* foram úteis ao demonstrar disparidades na demanda por crédito entre os municípios do Nordeste e revelar a evolução temporal do crédito ao longo do período analisado. Isso reforça a ideia de que a distribuição do crédito não é uniforme nem no espaço, nem no tempo, sofrendo influência das condições econômicas e políticas de cada momento histórico.

Contudo, é fundamental destacar que o modelo adotado apresenta limitações metodológicas. A regressão múltipla, embora útil, não é capaz de capturar toda a complexidade do fenômeno. Abordagens metodológicas mais avançadas, como o uso de dados em painel ou modelos específicos de causalidade, poderiam ampliar a robustez dos resultados e permitir uma análise mais aprofundada da dinâmica do crédito rural no nordeste brasileiro.

REFERÉNCIAS

- BARROS, G. S. de C. MACRO/CEPEA: agronegócio soma 19 milhões de pessoas ocupadas, metade “dentro da porteira”. São Paulo: **Cepea**, 2017.
- BELCHIOR, E. B. et al. (2017). Perspectivas e desafios para a região do Matopiba. **Fronteira Agrícola**, São Paulo: Embrapa, n. 16, p. 1-3, jan.
- BOHM, F. Z.; DE ALMEIDA, B. B.; SOARES, L. G. de J.; BOHM, P. A. F. Atenuação dos efeitos do estresse térmico em tomate submetidos ao pré-tratamento com ácido salicílico. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, [s. l.], v. 12, n. 3, 2024.
- BOLFE, É. L. (org.). **Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira**. Brasília: Embrapa, 2018.
- BRASIL. **Crédito Rural**. 2025a. Disponível em: <<https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/creditorural>>. Acesso em: 13 jul. 2025.
- BRASIL. BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. **Pronamp – Programa Nacional de Apoio ao Médio Produtor Rural**. 2025b. Disponível em: <<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/pronamp-investimento>>. Acesso em: 13 jul. 2025.
- BRASIL. BNDES. **Requisitos para enquadramento no Pronaf**. 2025c. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/pronamp-investimento>. Acesso em: 13 jul. 2025.
- CARMO, C. R. S.; ALMEIDA, S. de A. F. Culturas temporárias cultivadas no estado de Minas Gerais: um estudo comparativo envolvendo crédito rural e variáveis climáticas. **REUNIR: Revista de Administração, Contabilidade e Sustentabilidade**, v. 6, n. 3, p. 20–36, set. 2016.
- CARRARA, A. F.; CARVALHO, L. V.; SBARAI, N. O impacto do Pronaf para investimento e custeio na demanda agregada da economia. **Revista de Política Agrícola, Brasília**, v. 29, n. 2, p. 35–49, abr. 2020.
- CAVALCANTI, I. M. **Crédito Rural e Produto Agropecuário Municipal**: uma análise de causalidade. 2008. 74 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
- CEPEA. **PIB do Agronegócio Brasileiro**. 2024. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>. Acesso em: 22 dez. 2024.
- CHANDIO, A. A. et al. Determinants of demand for credit by smallholder farmers: a farm level analysis based on survey in Sindh, Pakistan. **Journal of Asian Business and Economic Studies**, v. ahead-of-print, n. ahead-of-print, 14 jul. 2020.

CHAUDHURI, D. Behaviour and significance of reservoir evaporation and seepage losses – an experience of four reservoirs in Damodar River Valley, India. **ISH Journal of Hydraulic Engineering**, [s.l.], p. 1–18, 2018.

CIRILO, T. F.; TARGINO, G. C.; PEDROZA, L. M. O Pronaf semiárido e a convivência com a seca: a utilização de crédito rural para a construção de barragens subterrâneas. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v. 13, n. 2, p. 41–46, 2019. Disponível em: <<https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RBGA/article/view/6691>>. Acesso em: 10 jul. 2025.

ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. Economic Research Service. **International agricultural productivity**. Washington, DC, 2017.

FOSSÁ, J. L.; PAULA, A.; MATTE, A. Análise da distribuição do crédito rural entre as unidades da federação no período de 2013 a 2022. **Desenvolvimento em Questão**, v. 22, n. 60, p. e14701, 7 fev. 2024.

GUJARATI, D. N.; PORTER, D. C. **Econometria básica**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

HANANU, B.; ABDUL-HANAN, A.; ZAKARIA, H. Factors influencing agricultural credit demand in Northern Ghana. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, p. 645–652, 12 fev. 2015.

HENSCHEL, D.; GUIMARÃES, R.; GIMENES, T. Revisão sistemática sobre o crédito rural no Brasil, com destaque para a operação barter. **GeSec**, v. 14, n. 12, p. 21104–21123, 7 dez. 2023.

MAMEDE, G. L. et al. Overspill avalanching in a dense reservoir network. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 109, n. 19, p. 7191–7195, 2012.

MIRANDA, E. E. Meio ambiente: a salvação pela lavoura. **Ciência e Cultura**, v. 69, n. 4, p. 38–44, 2017.

MOURA, M. S. B. de et al. **Potencialidades da água de chuva no Semiárido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2007.

REGINATO, V. G.; CUNHA, M. S. da; VASCONCELOS, M. R. Crédito rural e nível de atividade da agropecuária brasileira: uma análise de causalidade em painel. **Revista de Economia e Agronegócio**, v. 17, n. 3, p. 442–461, 2019.

RIBEIRO, I. G. et al. Os efeitos do crédito rural sobre a produção de soja na região do Matopiba. **Revista de Economia e Agronegócio**, v. 21, n. 1, p. 1–20, 2023. DOI: <https://doi.org/10.25070/rea.v21i1.15164>.

SILVA, J. C. et al. Risco de estresse térmico para o feijoeiro em Santa Maria, RS. **Ciência Rural**, v. 37, n. 3, p. 643–648, 1 jun. 2007.

SOBREIRA, D. B. et al. Heterogeneous regional effects of rural credit on agricultural production in Brazil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 62, n. 4, 1 jan. 2024.

SOUZA, A.; CLEMENTE, A. **Decisões financeiras e análise de investimentos:** fundamentos, técnicas e aplicações. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

STRASSBURG, B. B.N. *et al.* (2017). Moment of truth for the Cerrado hotspot. **Nature Ecology e Evolution**, v. 1, article number 0099, p 1-3

UGOCHUKWU, A. I.; PHILLIPS, P. W. B. Technology adoption by agricultural producers: a review of the literature. **Innovation, Technology, and Knowledge Management**, p. 361–377, 23 nov. 2017.

ULLAH, R. et al. Farm risks and uncertainties. **Outlook on Agriculture**, v. 45, n. 3, p. 199–205, set. 2016.



IMPACTO DAS ENCHENTES NO RIO GRANDE DO SUL NO PREÇO DO ARROZ EM 2024

Valesca Faria Feitosa

Agrônoma (UFC)

valescafariasf@gmail.com

Vitor Hugo Miro Couto Silva

Professor - Programa de Pós-Graduação em Economia Rural (UFC)

vitormiro@ufc.br

Ivan de Oliveira Holanda Filho

Mestre e Doutorando - Programa de Pós-Graduação em Economia Rural (UFC)

ivanholanda@gmail.com

Grupo de Trabalho (GT): GT1. Desafios do setor agrícola frente as mudanças climáticas

RESUMO

O arroz é um alimento essencial na dieta brasileira e sua precificação está sujeita a fatores como oferta, demanda e eventos climáticos. Em 2024, uma catástrofe climática no Rio Grande do Sul, Estado que concentra cerca de 70% da produção de arroz do país, impactou significativamente a produção e os preços do grão, e demonstrou fundamental a análise dos efeitos desse evento sobre o mercado. Este estudo avalia a dinâmica dos preços do arroz por meio da aplicação de modelos estatísticos, como regressão linear e suavização exponencial de Holt-Winters, buscando compreender a magnitude do impacto climático sobre os preços. A pesquisa utilizou dados históricos de preços corrigidos pelo IGP-M entre 2005 e 2024. Os resultados indicam que o evento climático elevou os preços acima da média histórica, com um impacto médio de R\$3,14/saca entre abril e dezembro de 2024, atingindo R\$7,46/saca nos meses mais afetados. O modelo Holt-Winters apresentou um erro médio absoluto (MAE) de 8,02 e um erro quadrático médio (RMSE) de 9,26, demonstrando precisão moderada na previsão dos preços. O estudo destaca a importância de previsões precisas para auxiliar produtores em tomadas de decisão, subsidiar políticas públicas e auxiliar na mitigação de impactos econômicos decorrentes de eventos climáticos.

IMPACT OF THE 2024 FLOODS IN RIO GRANDE DO SUL ON RICE PRICES

ABSTRACT

Keywords:

Rice is an essential staple food in the Brazilian diet, and its pricing is influenced by factors such as supply, demand, and climatic events. In 2024, a climate

Rice;
Price forecasting;
Exponential Smoothing;
Holt-Winters.

disaster in Rio Grande do Sul, a state responsible for approximately 70% of the country's rice production, significantly impacted production and prices, highlighting the need to analyze the effects of this event on the market. This study evaluates rice price dynamics through the application of statistical models, such as linear regression and Holt-Winters exponential smoothing, to understand the magnitude of the climate impact on prices. The research utilized historical price data adjusted by the IGP-M from 2005 to 2024. The results indicate that the climatic event drove prices above the historical average, with an average impact of R\$3.14 per sack between April and December 2024, reaching R\$7.46 per sack in the most affected months. The Holt-Winters model presented a mean absolute error (MAE) of 8.02 and a root mean square error (RMSE) of 9.26, demonstrating moderate accuracy in price forecasting. The study highlights the importance of accurate forecasts to assist producers in decision-making, support public policies, and help mitigate the economic impacts of climatic events

1 INTRODUÇÃO

O arroz é um dos alimentos mais consumidos no mundo e desempenha um papel fundamental na segurança alimentar de milhões de pessoas, especialmente em países em desenvolvimento. No Brasil, o arroz é um item essencial na dieta da população. Segundo IBGE (2017), o Brasil obteve mais de 11 milhões de toneladas de arroz com casca cultivados em aproximadamente 1,7 milhão de hectares, distribuídos por quase 180 mil estabelecimentos. Essa produção gerou um valor de R\$8,5 bilhões, sendo R\$6,4 bilhões provenientes do Rio Grande do Sul, o maior produtor nacional.

No contexto brasileiro, o arroz não apenas desempenha um papel essencial na dieta da população, mas também é um importante produto agrícola com forte impacto na economia nacional. E assim como qualquer produto, o preço do arroz é determinado por fatores relacionados à oferta (produção) e a demanda (consumo).

Os preços cumprem um papel essencial na economia, funcionando como sinalizadores que orientam tanto produtores quanto consumidores. Quando os preços sobem, produtores tendem a expandir a produção em busca de maiores lucros, enquanto consumidores podem ajustar seus hábitos, reduzindo o consumo. Em contrapartida, preços em queda podem desencorajar novos investimentos no cultivo, reduzindo a oferta em períodos futuros, ao passo que consumidores aumentam seu consumo.

Contudo, os preços do arroz não são determinados exclusivamente por fatores de mercado. Eventos climáticos, decisões de política agrícola, variações cambiais e mudanças no cenário internacional também exercem influência significativa, gerando oscilações que impactam o planejamento e os resultados de todos os agentes envolvidos no mercado.

Em 2024, o mercado de arroz foi profundamente afetado por uma catástrofe climática no Rio Grande do Sul, que trouxe severas consequências para a produção e os

preços. O desastre mais grave no Estado havia sido registrado em 1941 (Rocha; Reboita; Crespo, 2024). Segundo a Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura do Rio Grande do Sul (Benites, 2022), foi feito um levantamento dos desastres naturais ocorridos no Rio Grande do Sul entre 2003 e 2021, e entre esses anos, foram mencionadas 256 ocorrências de inundações e 801 enxurradas com mais de 43 mil pessoas atingidas.

As chuvas excessivas no final de abril de 2024 geraram preocupações sobre possíveis perdas nas áreas em fase de colheita, além de impactos nos estoques armazenados. Como resultado, as cotações do arroz subiram rapidamente, atingindo patamares elevados até meados de novembro, antes de apresentarem queda no final do ano (CEPEA, 2024). Este evento destaca a relevância de compreender a dinâmica dos preços em cenários adversos, uma vez que as oscilações podem comprometer a segurança alimentar e o equilíbrio do mercado.

Nesse contexto, a análise de séries temporais do preço do arroz torna-se essencial. Tal análise não apenas permite compreender o comportamento histórico da variável, mas também contribui para identificar os fatores que influenciam sua volatilidade e projetar tendências futuras. As previsões de preços são ferramentas valiosas para auxiliar na tomada de decisões estratégicas no setor agrícola, além de fornecer subsídios para a formulação de políticas públicas que visem estabilizar o mercado e garantir o abastecimento.

O presente trabalho tem como objetivo compreender o impacto da catástrofe climática no Rio Grande do Sul sobre os preços do arroz. Especificamente, a análise da série de preços é conduzida por meio de técnicas estatísticas, como regressão e o método de suavização exponencial de Holt-Winters. Parte-se da hipótese de que o evento climático foi determinante para elevar os preços acima da média histórica. A proposta é realizar previsões com base em dados anteriores ao evento climático e compará-las com os preços observados posteriormente. Dessa forma, pretende-se construir um cenário contrafactual que represente a trajetória esperada dos preços na ausência do desastre, possibilitando estimar a magnitude do impacto sobre o mercado.

Compreender os efeitos desse evento climático e a dinâmica dos preços agrícolas é fundamental para o planejamento de ações que mitiguem os riscos econômicos e garantam a sustentabilidade do setor em cenários adversos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Análise de preços agrícolas

De forma geral, a teoria econômica estabelece que os preços agrícolas são determinados pela interação entre oferta e demanda no mercado. A oferta reflete a quantidade de produto disponibilizada pelos produtores, enquanto a demanda indica a quantidade que os consumidores estão dispostos a adquirir a diferentes níveis de preço. Em mercados competitivos, o equilíbrio é obtido quando a quantidade de demanda e oferta são iguais (Pindyck; Rubinfeld, 2009).

A dinâmica de preços agrícolas apresenta particularidades associadas à natureza dos produtos agrícolas, como sazonalidade da produção (padrão cíclico dentro de um ano), baixa elasticidade preço da demanda e a dependência de condições climáticas e políticas agrícolas (Tomek; Kaiser, 2014).

A sazonalidade caracteriza padrões nos movimentos de preço ao longo do ano. Ela ocorre devido aos ciclos de plantio e colheita, determinando períodos em que existem excessos de oferta e períodos em que a oferta é escassa. Consequentemente, é comum observar flutuações de preços entre diferentes períodos do ano.

A baixa elasticidade da demanda, por sua vez, reflete o fato de que os consumidores ajustam pouco a quantidade consumida mesmo diante de variações de preço, dada a essencialidade de muitos alimentos. Como no caso do arroz, com consumo *per capita* no Brasil de 131,4 g/dia, o grão é um dos alimentos consumidos com mais frequência no país (76,1%), perdendo apenas para o café (78,1%), levando em consideração o percentual de entrevistados que consumiram os alimentos nas últimas 24 horas da pesquisa (IBGE, 2020).

Além disso, choques externos, como eventos climáticos extremos, têm um impacto significativo sobre a oferta, o que gera deslocamentos no equilíbrio de mercado e, consequentemente, flutuações nos preços. Esses eventos podem causar quebras de safra, aumento nos custos de produção e redução na quantidade ofertada, que desencadeia efeitos diretos no comportamento dos preços agrícolas.

Eventos climáticos adversos, como secas, enchentes e tempestades, podem ser representados, do ponto de vista teórico, como choques de oferta. Em um diagrama de oferta e demanda, tais choques deslocam a curva de oferta para a esquerda, e indica uma redução na quantidade de produto ofertada a cada nível de preço. Este deslocamento resulta em um novo equilíbrio de mercado, com preços mais elevados e uma menor quantidade transacionada.

Além do efeito direto sobre os preços, os choques climáticos podem ter consequências secundárias, como mudanças nas expectativas dos agentes de mercado. Estas expectativas podem amplificar as flutuações de preços em cenários de incerteza, uma vez que

produtores podem ajustar suas decisões de plantio e colheita e consumidores podem alterar padrões de compra.

2.2 Influência do Clima

Na agricultura o clima é um fator que pode interferir positivamente ou não na produção. Em 2014 a onda de calor mais impactante dos últimos cem anos ocasionada por um bloqueio atmosférico interferiu negativamente na produtividade do arroz, a temperatura elevada da massa de ar seco impediu a geração de chuvas no sul do país no período reprodutivo do grão com redução estimada de 7,70 para 7,24 toneladas por ha-1 (Lopes; Bresegħello, 2015).

Trentin (2023) cita como o aquecimento global causa impactos ambientais. A temperatura das regiões mais frias do mundo sobe acima da média global, e essa mudança da temperatura causa derretimento de geleiras e afeta a mudança de processos biológicos de agroecossistemas. Como exemplo que afeta a agricultura, pode-se destacar o período de floração e de germinação das plantas. Segundo o autor, a alteração da temperatura da terra gera mudança na posição das chuvas do Pacífico gera secas no nordeste do Brasil e enchentes na região sul do país. Essas irregularidades climáticas estão relacionadas ao *El Niño* e *La Niña* e podem ocasionar prejuízos para os produtores.

Marengo e Camargo (2007) analisaram temperaturas mínimas e máximas do ar e amplitude térmica diurna no sul do Brasil entre 1960 e 2002 e detectou um aquecimento sistemático na região sul. Tazzo *et al.* (2024) comenta que no Rio Grande do Sul é registrado aumento da temperatura média anual do ar desde a década de 1990. Entre 1961 e 2022 os dois maiores extremos foram registrados nos anos de 2015 e 2019 com 0,9°C acima da média histórica. No ano de 2022 foi registrada a mais intensa onda de calor, na qual Junges et al. (2022) afirmam que no mesmo ano foi registrado índices de temperaturas médias mensais em janeiro acima da média, com médias mínimas e máximas mensais também superiores.

Em setembro de 2023 o Rio Grande do Sul foi acometido por chuvas intensas. Alvalá *et al.* (2024) comentam que o acontecimento afetou mais de 400 mil pessoas. Segundo o estudo, uma frente fria quase estacionária da Argentina, que faz fronteira com o estado, aumentou a intensidade das chuvas. Uma área de baixa pressão nos níveis superiores da atmosfera amplificou a intensidade da precipitação, contribuindo para a formação de um ciclone extratropical, que rapidamente se afastou do continente. O estudo relacionou os eventos com o *El Niño* de 2023-2024 que afetou aquele ano, e resultou em inundações que

afetaram 107 municípios, e revelou que o sistema frontal e a baixa pressão são os principais responsáveis, e não o ciclone extratropical que se formou posteriormente.

Em pesquisas direcionadas ao Estado do Rio Grande do Sul, Tazzo et al. (2024) destacam a relação do elevado Índice de Temperatura e Umidade (ITU) no verão com a produção de bovinos, Possani (2024) relaciona o impacto das mudanças climáticas na produção de uva.

Segundo Rocha, Reboita e Crespo (2024) os eventos extremos ocorridos no Rio Grande do Sul em 2024 foram os mais severos desde 1941, com a elevação do nível do Rio Guaíba em 5,35 metros, superando o último recorde de 4,76 metros. Segundo os autores, o desastre ocorrido foi causado por uma combinação de fatores atmosféricos e oceânicos. Anomalias de circulação anteciclônica sobre o Centro-Sudeste do Brasil, associadas a águas mais quentes no oceano Índico, que criaram condições para intensas chuvas no estado. Além disso, a interação entre sistemas atmosféricos e a passagem de uma frente fria em abril contribuíram para a intensa chuva.

3 METODOLOGIA

3.1 Fonte de dados e ferramentas de análise

A análise empírica do trabalho foi realizada com dados secundários do preço do arroz, entre junho de 2005 a dezembro de 2024 obtidos a partir da Metodologia do Indicador do Arroz em Casca CEPEA/IRGA-RS. O preço obtido dos colaboradores é relativo ao preço nominal, em reais (R\$) e em dólares americanos (US\$), do arroz em casca na modalidade *spot*, e os valores coletados a prazo foram convertidos à vista. A cotação refere-se ao valor por saca de 50kg posto-indústria com frete, líquido da Contribuição do Empregador Rural para Seguridade Social (CESSR) e da Taxa de Cooperação e Defesa da Orizicultura (CDO) (CEPEA, 2022).

A análise foi realizada com preços corrigidos do efeito inflacionário. Para isso, foi usado o Índice Geral de Preços – Mercado (IGP-M), calculado pelo Instituto Brasileiro de Economia (IBRE) da Fundação Getúlio Vargas (FGV). Esse índice mede a quantidade de variação dos preços no mercado em diversos setores da economia, como agricultura, construção civil e bens industriais. Por meio dele é possível identificar inflação ou deflação nos preços desses setores (Debit, 2024).

A correção foi realizada com a aplicação do seguinte cálculo em 1:

$$PR_t = PN_t \cdot \frac{IGPM_t}{IGPM_{base}} \quad [1]$$

Os dados estão originalmente armazenados em planilhas, mas foram carregados na plataforma Google Colaboratory e analisados com o uso da linguagem de programação Python. A escolha pela plataforma da Google se deu por sua interface intuitiva e pela oferta de funções gratuitas. A linguagem de programação Python, por sua vez, foi escolhida pela quantidade de bibliotecas que facilitam a manipulação e análise de dados, bem como a modelagem estatística. Dentre as principais bibliotecas temos a *Pandas*, a *Numpy*, *Statsmodels* e *Scipy*.

3.2 Análise de séries temporais

Uma série temporal é qualquer conjunto de observações ordenadas no tempo. Visualmente, o gráfico de uma série temporal deve representar a variável analisada no eixo Y e o tempo no eixo X. O gráfico deve permitir a visualização de componentes da série, como tendência, ciclo, sazonalidade ou componentes residuais (Montgomery; Runger, 2024).

Segundo Doane e Seward (2014) e Sharpe *et al.* (2011) a tendência representa movimento geral no decorrer dos anos, não representando mudanças a curto prazo. Essa característica pode ser estável e previsível. O ciclo das séries temporais representa graficamente os movimentos em torno da tendência, flutuações que não possuem uma frequência bem estabelecida. A sazonalidade é um padrão cíclico dentro de um ano, e possui uma frequência que não se modifica, relacionada ao calendário. Em análise de preços agrícolas o efeito sazonal pode ser efeito sobre a época de colheita e o clima que afetam a oferta e a demanda dos produtos. Por fim, a componente residual, que é um distúrbio aleatório na série de dados. Em 2, pode ser observado valor da série (Y) no seu modelo aditivo, que terá como resultado o somatório de tendência (T), ciclo (C), sazonalidade (S) e resíduo (R):

$$Y = T + C + S + R \quad [2]$$

Entre os componentes analisados, a sazonalidade é o mais perceptível a curto prazo e o que mais guia a formação dos preços de produtos agrícolas.

O preço de produtos agrícolas pode variar por influência de vários fatores,

principalmente sazonalidade e em razão de incertezas do mercado (Rufino; Alves; Neto; Carneiro, 2024).

As flutuações de preço e a incerteza sobre os valores que podem ser assumidos, impõe riscos para todos os agentes que dependem destes preços. Nesse sentido, a análise de preços e o emprego de ferramentas de previsão são de grande relevância para as tomadas de decisão.

3.3 Método de regressão linear

A regressão linear é um modelo estatístico que permite avaliar a relação (linear) entre duas ou mais variáveis. Um modelo de regressão estabelece uma variável a ser explicada, y , em função de uma ou mais variáveis explicativas, representadas por X .

O objetivo principal do modelo é estimar os coeficientes que descrevem o impacto das variáveis explicativas sobre a variável explicada, possibilitando tanto a interpretação do relacionamento entre elas quanto a realização de previsões. No caso de um modelo de regressão linear simples, a representação pode ser dada pela seguinte expressão em 3:

$$y = \alpha + \beta X + \epsilon \quad [3]$$

Nesse modelo, os termos α e β são parâmetros deste modelo e representam, respectivamente, um intercepto e o coeficiente angular. O ϵ representa um termo de distúrbio estocástico que, por hipótese, possui média zero e variância (desconhecida) σ^2 (adaptado de Hoffmann, 2016; Montgomery e Runger, 2024).

O modelo acima descreve uma relação populacional, denominada por função de regressão populacional. Com base em dados amostrais, observados, o método estatístico estabelece um algoritmo para estimar os parâmetros α e β . As estimativas são dadas por $\hat{\alpha}$ e $\hat{\beta}$. Considerando as observações amostrais indexadas por $t = 1, \dots, T$, é possível ter uma estimativa da função de regressão amostral dada em 4 por:

$$y = \hat{\alpha} + \hat{\beta}X + e \quad [4]$$

Com base nessa expressão, pode-se obter uma estimativa dada por $\hat{y}_t = \hat{\alpha} + \hat{\beta}X_t$. Diferenças entre o valor estimado e o valor observado na amostra são denominados

resíduos: $y_t - \hat{y}_t = e_t$.

A estimativa empregando o Método de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) consiste em obter os valores de α e β de forma que a soma do quadrado dos resíduos ($\sum_{t=1}^T e_t^2$) seja a menor possível. Assim, o método resolve o problema em 5:

$$\sum_{t=1}^T e_t^2 = \text{Min}_{\hat{\alpha}, \hat{\beta}} \sum_{t=1}^T (y_t - \hat{\alpha} - \hat{\beta}X)^2 \quad [5]$$

Resolvendo o problema de minimização, temos expressões para o cálculo dos parâmetros deste modelo podem ser calculados da forma em 6 e 7:

$$\hat{\alpha} = \bar{y} + \hat{\beta}\bar{X} \quad [6]$$

$$\hat{\beta} = \frac{\sum_{t=1}^T (y_t - \bar{y})(X - \bar{X})}{\sum_{t=1}^T (X - \bar{X})^2} \quad [7]$$

No caso de dados de séries temporais, é possível ajustar um modelo de regressão linear para valores de y em função do tempo, dado por t . Considerando um modelo com dados ordenados temporalmente, podemos definir a seguinte expressão para o modelo 8:

$$y_t = \alpha + \beta t + \epsilon_t \quad [8]$$

Nesse modelo, a estimativa de β representa uma taxa de crescimento aritmético. Em outra perspectiva, o modelo pode ser especificado da forma em 9:

$$y_t = A e^{\beta t + \epsilon_t} \quad [9]$$

Especificado dessa forma, uma versão linearizada pode ser obtida e estimada como em 10:

$$\ln y_t = \alpha + \beta t + \epsilon_t \quad [10]$$

Com $\alpha = \ln A$.

É possível adicionar variáveis binárias (*dummies*) para captar efeitos sazonais. No caso de *dummies* para meses do ano, temos em 11:

$$\ln y_t = \alpha + \beta t + \sum_{m=1}^{11} \gamma_m D_m + \epsilon_t \quad [11]$$

No entanto, é importante estimar o modelo e realizar testes de significância para avaliar a importância estatística destes elementos.

3.4 Método de suavização exponencial

Segundo Morettin e Toloi (2006) os métodos de previsão são calculados a partir de dados passados para desenvolver um padrão de série temporal. As técnicas de suavização foram desenvolvidas para reduzir ruídos que possam constar nos dados e prever valores futuros com melhor precisão. Existem diferentes técnicas de suavização que adotam valores extremos dos dados e suavizam para apresentar um padrão desses valores.

O modelo de suavização exponencial é um tipo especial de médias móveis, usado para fazer previsões de um passo à frente, que vão sendo atualizadas conforme há a ocorrência de dados. Para o caso do modelo mais simples, conforme apresentado por Doane e Seward (2014), a atualização pode ser dada pela expressão 12:

$$\hat{y}_{t+1|t} = \alpha y_t + (1 - \alpha)\hat{y}_{t|t-1} \quad [12]$$

Nesta expressão os termos são definidos da seguinte forma:

- $\hat{y}_{t+1|t}$ = previsão para o próximo período (realizada em t).
- $\hat{y}_{t|t-1}$ = previsão para y_t (realizada em $t - 1$).
- y_t = valor atual
- α = constante de suavização ($0 \leq \alpha \leq 1$)

A constante de suavização α representa um peso atribuído ao valor mais recente.

Em sua versão mais simples, a suavização exponencial é destinada para dados sem tendência. Se os dados tiverem uma tendência, pode-se tentar o método de Holt com duas constantes de suavização (uma para a tendência e outra para o nível). Por sua vez, se os dados tiverem uma tendência e apresentarem flutuações sazonais, o método de Holt-Winters se torna a técnica adequada.

No método de suavização exponencial simples, o tem que começar em algum lugar, então o primeiro valor é ajustado no tempo 1 ser denotado por l_0 (que deve ser estimado).

$$\begin{aligned}\hat{y}_{2|1} &= \alpha y_1 + (1 - \alpha)l_0 \\ \hat{y}_{3|2} &= \alpha y_2 + (1 - \alpha)\hat{y}_{2|1} \\ \hat{y}_{4|3} &= \alpha y_3 + (1 - \alpha)\hat{y}_{3|2} \\ &\vdots \\ \hat{y}_{T|T-1} &= \alpha y_{T-1} + (1 - \alpha)\hat{y}_{T-1|T-2} \\ \hat{y}_{T+1|T} &= \alpha y_T + (1 - \alpha)\hat{y}_{T|T-1}\end{aligned}$$

Após um processo de substituições recursivas, em que cada equação acima, na ordem em que são apresentadas, é substituída na equação seguinte, temos como resultado a expressão 13:

$$\hat{y}_{T+1|T} = \sum_{j=0}^{T-1} \alpha(1 - \alpha)^j y_{T-j} + (1 - \alpha)^T l_0 \quad [13]$$

Uma representação alternativa do método é a representação em forma de componentes. As representações em forma de componentes dos métodos de suavização exponencial compreendem uma equação de previsão e uma equação de suavização para cada um dos componentes incluídos no modelo.

Para a suavização exponencial simples, o único componente incluído é o nível. Dessa forma o modelo é composto pelas 14 e 15:

- Equação de previsão

$$\hat{y}_{t+h|t} = l_t \quad [14]$$

- Equação de suavização

$$l_t = \alpha y_t + (1 - \alpha)l_{t-1} \quad [15]$$

A equação de previsão mostra que o valor da previsão no momento $t + 1$ é o nível estimado no momento t . A equação de suavização para o nível (geralmente chamada de equação de nível) fornece o nível estimado da série em cada período t . Se substituirmos l_t por $\hat{y}_{t+1|t}$ e l_{t-1} por $\hat{y}_{t|t-1}$ na equação de suavização, é recuperada a forma média ponderada de suavização exponencial simples.

O trabalho de Holt (1957) estendeu a suavização exponencial simples para permitir

a previsão de dados com tendência. Este método envolve uma equação de previsão e duas equações de suavização (uma para o nível e outra para a tendência). Como em 16, 17 e 18:

- Equação de previsão

$$\hat{y}_{t+h|t} = l_t + hb_t \quad [16]$$

- Equação de nível

$$l_t = \alpha y_t + (1 - \alpha)(l_{t-1} + b_{t-1}) \quad [17]$$

- Equação de tendência

$$b_t = \beta(l_t - l_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad [18]$$

A equação de previsão estabelece uma previsão do valor de y no futuro $\hat{y}_{t+h|t}$ para h passos à frente, usando o nível estimado da série (l_t) e uma média da tendência (b_t). A previsão é calculada como o nível atual mais h vezes a tendência b_t . Essa equação se assemelha a uma função de previsão linear.

A equação de nível atualiza a estimativa do nível l_t com base em uma média ponderada do valor atual observado y_t e a previsão um passo à frente feita no período anterior ($l_{t-1} + b_{t-1}$).

O parâmetro α (com $0 \leq \alpha \leq 1$) controla o quanto a nova observação influencia a estimativa do nível.

Por sua vez, na última equação, a tendência b_t é atualizada com base em uma média ponderada da mudança no nível ($l_t - l_{t-1}$) e da tendência anterior b_{t-1} . O parâmetro β (com $0 \leq \beta \leq 1$) controla o quanto a nova estimativa de tendência se baseia na mudança recente de nível em comparação com o valor da tendência anterior.

Os trabalhos de Holt (1957) e Winters (1960) ampliaram o método de Holt para capturar componentes de sazonalidade. O método que passou a ser denominado como Holt-Winters compreende a equação de previsão e três equações de suavização: uma para o nível (l_t), uma para a tendência (b_t) e uma para o componente sazonal (s_t), com os seguintes parâmetros de suavização, α , β^* e γ . O termo m é empregado para representar a frequência da sazonalidade. Por exemplo, $m = 12$ para dados de frequência mensal, ou $m = 4$ para dados trimestrais. Como em 19, 20, 21 e 22:

- Equação de previsão

$$\hat{y}_{t+h|t} = l_t + hb_t + s_{t+h-m(k+1)} \quad [19]$$

- Equação de nível

$$l_t = \alpha(y_t - s_{t-m}) + (1 - \alpha)(l_{t-1} + b_{t-1}) \quad [20]$$

- Equação de tendência

$$b_t = \beta^*(l_t - l_{t-1}) + (1 - \beta^*)b_{t-1} \quad [21]$$

- Equação de sazonalidade

$$s_t = \gamma(y_t - l_{t-1} - b_{t-1}) + (1 - \gamma)s_{t-m} \quad [22]$$

A equação de previsão h passos à frente passa a contar com uma combinação do nível estimado (l_t), da tendência h períodos à frente (b_t), e um componente sazonal ajustado, que depende do índice sazonal do período específico ($s_{t+h-m(k+1)}$). O termo k é o quociente inteiro de $\frac{h-1}{m}$, onde o termo m é empregado para representar a frequência da sazonalidade. Por exemplo, $m = 12$ para dados de frequência mensal, ou $m = 4$ para dados trimestrais. Isso garante que o índice sazonal usado na previsão corresponda ao ciclo correto.

Por exemplo, considerando o caso de uma previsão para 6 meses à frente ($h = 6$) para dados mensais onde $m = 12$. Assim k é dado por $\frac{6-1}{12} = 0,416$. Como a parte inteira de k é zero, o termo $s_{t+h-m(k+1)}$ é escrito $s_{t+6-12(0+1)} = s_{t-6}$. Se estivermos em janeiro de 2024 (t), nossa previsão para 6 meses à frente será para julho de 2024. O componente sazonal s_{t-6} usado será o valor sazonal de julho de 2023. Esse ajuste permite capturar a sazonalidade corretamente, garantindo que, por exemplo, a previsão para julho utilize o componente sazonal de julho do ano anterior, mantendo a consistência do padrão sazonal.

Na equação de nível, o nível l_t passa a ser atualizado com base em uma média ponderada entre a observação ajustada sazonalmente ($y_t - s_{t-m}$) e a previsão de um passo à frente do nível e tendência combinados ($l_{t-1} + b_{t-1}$). A equação de tendência se mantém a mesma.

A equação de sazonalidade atualiza o componente sazonal s_t como uma média ponderada entre o ajuste sazonal atual ($y_t - l_{t-1} - b_{t-1}$) e o valor sazonal do mesmo período no ciclo anterior (s_{t-m}). O parâmetro γ controla o grau de suavização para o componente sazonal.

3.5. Medidas de ajuste e desempenho preditivo dos modelos

A avaliação dos modelos preditivos é fundamental para verificar a precisão e a confiabilidade dos resultados obtidos. Com a proposta modelar e gerar previsões com dados temporais, empregamos uma técnica bastante comum em modelos de séries temporais e de aprendizado de máquina, que é a divisão dos dados em conjuntos de treino e teste.

Essa aplicação se mostrou válida, uma vez que a proposta é gerar previsões com base nos dados prévios ao evento de interesse e comparar essas previsões com a série efetivamente observada após o evento. Dessa forma, os dados anteriores ao mês de abril de 2024 foram usados para definir um conjunto de treino e a série posterior foi designada como conjunto de teste.

Para mensurar o desempenho das previsões foram empregadas duas medidas amplamente utilizadas: o Erro Absoluto Médio (Mean Absolute Error - MAE) e o Erro Quadrático Médio (Mean Squared Error - MSE).

O MAE mede a média das diferenças absolutas entre os valores previstos e os valores observados, oferecendo uma visão direta sobre a magnitude dos erros sem dar peso a erros maiores ou menores (Hyndman; Koehler, 2006). Matematicamente, o MAE é definido como em 23:

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |\hat{y}_i - y_i| \quad [23]$$

onde n é o número de previsões realizadas.

Já o MSE calcula a média dos quadrados das diferenças entre os valores previstos e os observados, penaliza de forma mais severa os grandes erros, tornando-o sensível a *outliers* e mais apropriado para modelos onde grandes desvios são críticos (Chai; Draxler, 2014). Matematicamente, o MSE é definido como em 24:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - y_i)^2 \quad [24]$$

Uma vez que o MSE está na escala dos erros quadrados, ele não tem uma interpretação direta. De forma a contornar isso, é bastante comum reportar a raiz quadrada do MSE, denominada *Root Mean Squared Error* (RMSE).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Movimentos recentes do preço do arroz

Na análise de preço de um produto agrícola, deve-se considerar os diversos fatores que podem influenciá-lo, aspectos que afetam a oferta e a demanda, como por exemplo, os custos de produção, políticas governamentais e o clima. No caso do arroz, Zanin (2023) relata características importantes para variação do preço deste cereal no Brasil nas últimas duas décadas. Dentre os fatores, o autor cita que o consumo dos brasileiros sofreu estagnação entre 1999 e 2023, com variação de 10 a 13 milhões de toneladas, assim como nas importações e crescimento das exportações. Nesse mesmo período, a redução da área plantada foi de 61%, e houve crescimento de 120% de produtividade. Além disso, um fator que influencia fortemente o preço do arroz é a concentração de maior parte da produção (cerca de 70%) no Estado do Rio Grande do Sul.

Entre abril e maio de 2024, o Estado do Rio Grande do Sul foi atingido por um desastre natural de grandes proporções, causado por chuvas intensas na qual os impactos afetaram significativamente a produção agrícola da região. Segundo dados de 27 de maio de 2024, da entidade de representação sindical da indústria do estado, a Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Sul (FIERGS, 2024), os municípios atingidos de forma mais grave, representavam cerca de 15,7% do território e contavam com 5,4 milhões de pessoas, quase 50% da população do estado.

Como o estado é o maior produtor de arroz do país, o Governo tomou medidas para interferir na recuperação do preço deste produto. Um exemplo é o programa Arroz da Gente, parceria estabelecida com a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), os Ministérios do Desenvolvimento Agrário e do Desenvolvimento Social (MDA e MDS), com o apoio da Secretaria da Assistência Técnica e Defesa Agropecuária (Sada), para auxiliar produtores na produção com suporte técnico de profissionais em 17 estados brasileiros (Governo do Estado do Piauí, 2024). O programa tem como objetivo estimular a produção e estoque do arroz, com a possibilidade de compra da produção por parte do Governo, com investimento de 1 bilhão de reais (Brasil, 2024a).

Outra medida foi a importação de arroz comprados em leilão. Diante do desastre ocorrido e a especulação do preço do arroz, o Mercosul teve um aumento de 30% no mês de maio. Como medida protetiva, o Governo cancelou o leilão que seria realizado e zerou o custo de importação de países fora do Mercosul para reduzir o preço no exterior (O Globo, 2024). Em 6 de junho, a Conab comprou 263 mil toneladas destinadas a áreas do país com maior insegurança alimentar para reduzir o preço do arroz no mercado interno (Brasil,

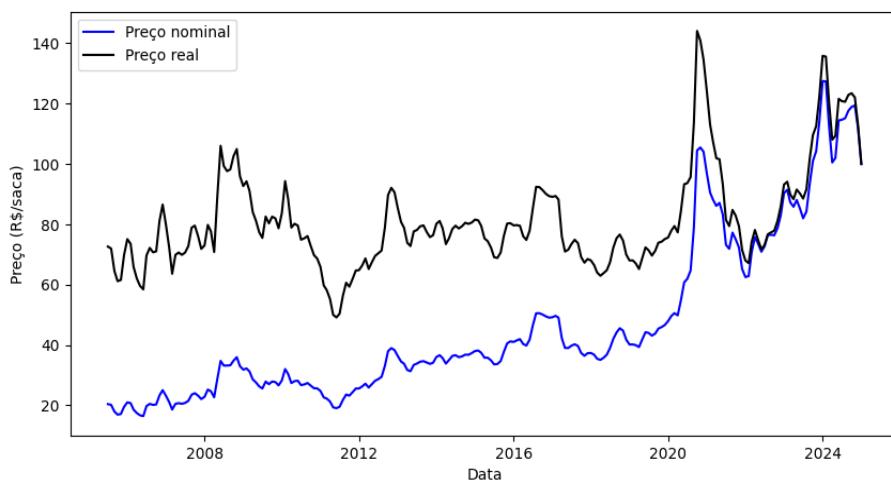
2024b).

O diário oficial da união publicou em 23 de maio de 2024 a portaria nº 835 que atribui descontos para os financiamentos destinados a crédito rural com benefício aos produtores que sofreram com danos materiais. Já em 13 de maio de 2024, publicou a portaria MDA nº 13 com o objetivo de prorrogar em seis meses a vigência da declaração de aptidão do Pronaf (DAP) no Estado do Rio Grande do Sul diante dos acontecimentos da catástrofe (Brasil, 2024c).

4.2 Análise Exploratória dos dados

O Gráfico 1 demonstra que os dados coletados permitem identificar de forma geral padrões no comportamento do preço, como tendências ou componentes sazonais. Pode-se observar no gráfico uma tendência de aumento do preço ao longo dos anos, em especial um aumento a partir de 2020. É possível verificar flutuações, mas sem a identificação precisa de comportamento sazonal. Outra característica marcante é que, entre 2005 e 2019, há menor volatilidade da série; e a partir de 2020 se observa flutuações mais intensas nos preços.

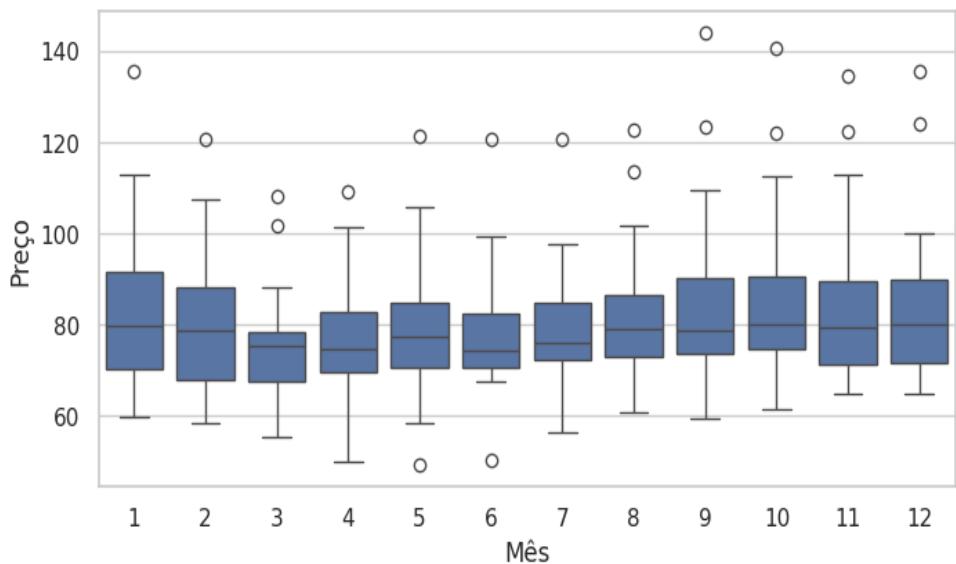
Gráfico 1 - Evolução dos Preços Nominais e Reais do Arroz (R\$/saca) entre julho de 2005 e dezembro de 2024



Fonte: elaborado pelo autor.

A identificação de padrões sazonais foi realizada com a avaliação da distribuição de preços segmentada meses. O Gráfico 2 apresenta por meio de gráficos de caixa (boxplot), a distribuição de preços em cada mês do ano.

Gráfico 2 – Distribuição dos preços do arroz entre os meses



Fonte: elaborado pelo autor.

De forma mais detalhada, a Tabela 1 apresenta informações estatísticas completas da série de preços reais segmentados por mês. Os meses de setembro e outubro são os que apresentam maior média e desvio padrão, o que pode demonstrar alguma evidência de sazonalidade. Por sua vez, as médias mais baixas foram identificadas entre março e agosto.

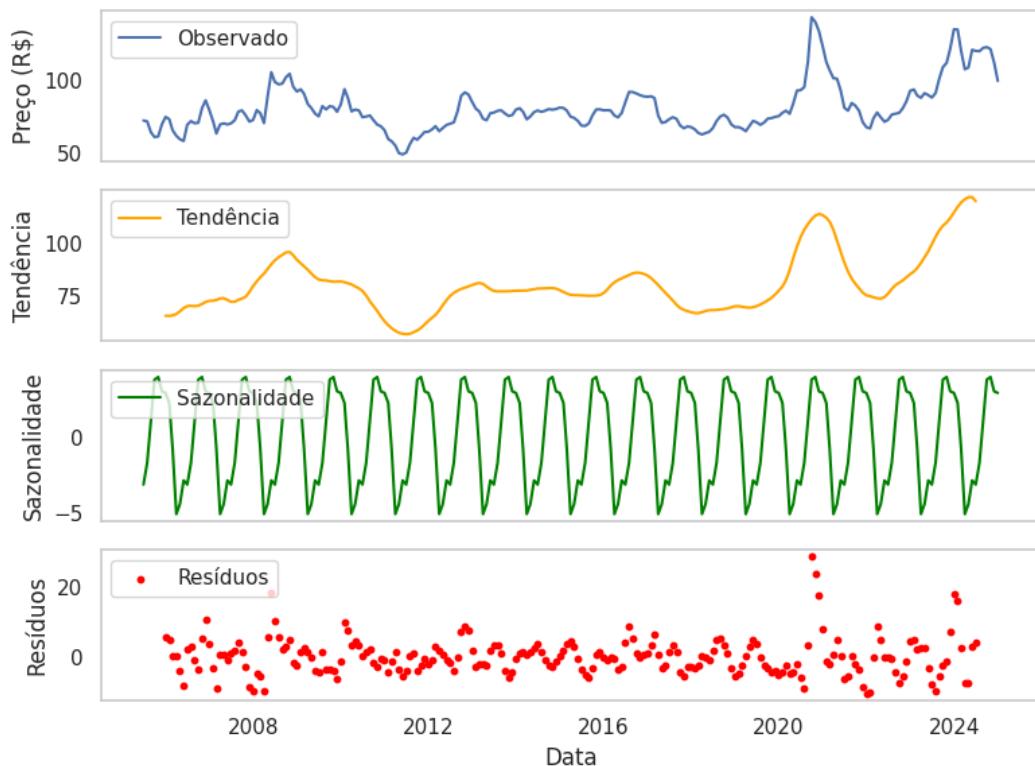
Tabela 1 - Estatísticas mensais de preços do arroz

mês	n	média	Desvio	min	25%	50%	75%	max
			- padrão					
janeiro	19	82.83	18.11	59.71	70.07	79.74	91.67	135.46
fevereiro	19	80.00	15.46	58.18	67.82	78.82	88.28	120.70
março	19	75.88	12.97	55.27	67.49	75.27	78.46	107.96
abril	19	76.82	14.06	49.98	69.60	74.75	82.70	109.23
maio	19	78.63	16.59	49.11	70.68	77.31	84.83	121.48
junho	20	78.21	14.45	50.35	70.53	74.13	82.37	120.72
julho	20	79.94	13.88	56.27	72.08	75.97	84.75	120.51
agosto	20	82.49	15.83	60.60	73.06	78.84	86.59	122.80
setembro	20	85.02	20.76	59.28	73.58	78.68	90.04	143.95
outubro	20	85.32	20.32	61.52	74.46	80.13	90.54	140.77
novembro	20	84.65	18.92	64.64	71.11	79.46	89.60	134.49
dezembro	20	84.12	18.52	64.78	71.70	79.96	89.92	135.69

Fonte: elaborado pelo autor.

Empregando a função ‘seasonal_decompose()’ do módulo ‘tsa’ da biblioteca **Statsmodels**, é possível decompor a série temporal em termos dos componentes de

tendência, sazonalidade e resíduos. A Figura 1 apresenta o resultado desta função aplicada à série de preços reais do arroz no período considerado.



Fonte: elaborado pelo autor.

A decomposição de séries temporais é uma etapa fundamental na análise de dados sazonais, pois permite isolar e examinar separadamente os componentes que influenciam o comportamento observado ao longo do tempo. Ao distinguir entre tendência, sazonalidade e variações aleatórias, tem-se uma compreensão mais clara da estrutura subjacente da série, facilitando a identificação de padrões persistentes e choques temporários.

No terceiro gráfico da Figura 1 é possível visualizar claramente o componente sazonal dos preços. Nos resíduos, observa-se que estes ocorrem, como esperado, com valores próximos de zero, mas que apresentam alguns *outliers* que se destacam, principalmente entre 2020 e 2021. Também se observa alguns *outliers* em 2024.

4.3 Modelando os preços com regressão linear

Foi aplicada uma análise de regressão linear para os preços do arroz, para explicar os movimentos do preço por um componente de tendência e componentes sazonais. A variável explicada do modelo é dada pelos preços reais em escala logarítmica. Como regressores, foram considerados um componente de tendência e variáveis binárias (*dummies*)

para os meses, de forma a testar a significância do componente sazonal. A equação estimada é a seguinte:

$$\ln p_t = 4,2515 + 0,0013 T$$

A Tabela 2 apresenta os resultados detalhados da análise de regressão, e considera os regressores de tendência e meses. A aplicação do teste de significância mostra que o intercepto e o componente de tendência são estatisticamente significantes. Por sua vez, as *dummies* para os meses não se mostraram significantes⁷. O R² ajustado indica que a regressão linear explica 19,6% da variação dos preços, isso sugere que esse modelo não é o mais adequado para representar a sazonalidade.

Tabela 2 - Resultados da análise de regressão com dummies mensais

Variáveis	Coeficiente	Erro Padrão	Estatística de teste (t)	p-valor	Intervalo de Confiança [0,025 0,975]
Intercepto	4,2515	0,0436	97,5305	0,0000	4,1656 4,3374
Tendência	0,0013	0,0002	7,6238	0,0000	0,0009 0,0016
Fev	-0,0325	0,0554	-0,5865	0,5582	-0,1418 0,0767
Mar	-0,0832	0,0554	-1,5010	0,1348	-0,1925 0,0260
Abr	-0,0748	0,0554	-1,3490	0,1787	-0,1840 0,0345
Mai	-0,0572	0,0554	-1,0325	0,3030	-0,1665 0,0520
Jun	-0,0514	0,0547	-0,9381	0,3492	-0,1592 0,0565
Jul	-0,0287	0,0547	-0,5236	0,6011	-0,1365 0,0792
Ago	-0,0013	0,0547	-0,0245	0,9805	-0,1092 0,1065
Set	0,0190	0,0547	0,3479	0,7282	-0,0888 0,1269
Out	0,0223	0,0547	0,4068	0,6845	-0,0856 0,1302
Nov	0,0160	0,0547	0,2918	0,7707	-0,0919 0,1239
Dez	0,0093	0,0547	0,1691	0,8659	-0,0986 0,1171
R ²	0,237				
R ² ajustado	0,196				

Fonte: elaborado pelo autor.

4.4 Previsão com o modelo de suavização exponencial

O modelo de suavização exponencial foi aplicado considerando uma técnica bastante comum em modelos de séries temporais e de aprendizado de máquina, que é a divisão dos dados em conjuntos de treino e teste.

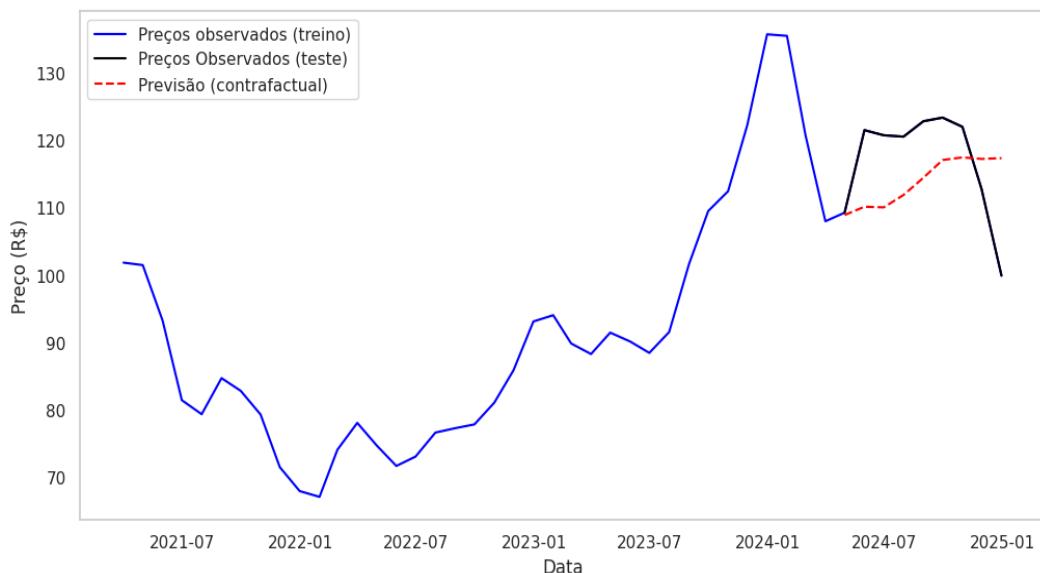
O conjunto de treino compreende os preços até março de 2023, definindo o conjunto de testes com os preços de abril de 2023 até dezembro de 2024. O objetivo dessa divisão é treinar um modelo para realizar previsões, isento dos efeitos do evento climático de

⁷ Também foram testadas *dummies* para os trimestres, mas os resultados mostram que estas variáveis não são estatisticamente significantes.

abril/maio de 2024. Com esse modelo, a ideia é construir uma previsão, no conjunto de dados de teste, que fornece um cenário contrafactual em que não houvesse o choque sobre os preços.

O Gráfico 3 mostra a série de dados a partir de março de 2021 até dezembro de 2024, uma série mais curta para permitir uma melhor visualização da previsão e dos dados observados. Neste gráfico estão destacados, em cores diferentes, os dados observados de acordo com o conjunto de dados de treino (azul) e de teste (preto). A linha pontilhada vermelha é dada pela previsão gerada pelo modelo de suavização exponencial de Holt-Winters. Essa linha vermelha representa o cenário contrafactual em que a série de preços do arroz não foi afetada pelo fenômeno climático.

Gráfico 3 - Evolução dos preços observados para treino, teste e sua previsão



Fonte: elaborado pelo autor.

O impacto médio sobre os preços, mensurado ao longo de todo o período de entre abril e dezembro de 2024 foi de R\$3,14/saca. Uma vez que se observa uma redução brusca dos preços nos últimos meses, foi calculado o impacto médio para os três primeiros meses diretamente afetados pelo evento climático adverso (abril, maio, junho). Nesse caso, o impacto médio foi de R\$7,46/saca.

O valor do Erro Médio Absoluto (MAE) foi de 8,02 e o da Raiz do Erro Quadrático Médio (RMSE) de 9,26. Esses valores são relativamente moderados quando confrontados com outras aplicações existentes na literatura, embora ainda representem significativa margem de erro das previsões.

Pinheiro *et al.* (2022) também utilizaram o método de suavização exponencial para prever preços de arroz irrigado e sequeiro no Paraná com dados entre 1995 e 2015, com os dados corrigidos através do Índice Geral de Preços de Mercado (IGP-M). A pesquisa obteve estimativas satisfatórias na previsão e o modelo se mostrou eficiente.

Marchezan e Souza (2010) também estudaram modelos estatísticos para tentar prever o preço de arroz, soja e milho no Rio Grande do Sul com uso de dados entre 1995 e 2006. Utilizaram o método de Box & Jenkins e o modelo SARIMA $(1,1,0)(1,0,1)_{12}$ com EQM de 4,22 se mostrou o mais adequado para estimativa do arroz.

Outros autores também utilizaram modelos estatísticos para tentar prever o preço do arroz, mas apenas na literatura internacional, sem relacionar a volatilidade da especificação com eventos climáticos extremos. Dentre estas pesquisas, Bilal *et al.* (2024) estudaram modelos para previsão do preço do arroz na Malásia, mas usaram abordagem diferente com uso de modelos de séries temporais fuzzy multivariados. Na Indonésia Muchtar e Afifiati (2024) utilizou o algoritmo *Random Forest* com precisão de 98,69% e regressão linear com precisão de 95,08% para prever o preço de arroz premium.

Existem poucas pesquisas que relacionam a produção do arroz com as mudanças climáticas. Tan *et al.* (2021) relacionou o impacto na produção de arroz da Malásia com alterações climáticas na temperatura e padrões de precipitação, assim como eventos extremos. Oguntunde *et al.* (2017) relacionaram a produtividade do arroz com variáveis climáticas na região do sudoeste da Nigéria com o uso de regressão linear múltipla e análise de análise de *Support Vector Machine* (SVM). Este último estudo destacou a radiação solar como variável climática que mais afetou a produtividade.

5 Considerações Finais

O arroz desempenha um papel fundamental na segurança alimentar e na economia do país. Correspondendo a um dos alimentos mais consumidos, sua disponibilidade e preço afetam diretamente a população. Com cerca de 70% da produção do Brasil realizada no Rio Grande do Sul, eventos climáticos extremos tornam o mercado mais suscetível a instabilidades dessa natureza, como os observados em 2024. Compreender as flutuações nos preços do arroz é essencial para garantir a estabilidade do setor e reduzir os riscos de desabastecimento e inflação de produtos alimentares.

O presente estudo analisou o impacto de eventos climáticos extremos, e utilizou técnicas estatísticas para compreender e projetar esses efeitos. A análise revelou que fatores

climáticos foram determinantes para os picos de preços observados em 2024, fato que evidencia a vulnerabilidade do preço do arroz em condições meteorológicas adversas e imprevisíveis, especialmente devido à concentração da produção na região sul.

A utilização de regressão linear não apresentou um ajuste adequado aos dados modelados. Embora tenha realizado a identificação de uma tendência crescente, os coeficientes sazonais que não se mostraram significantes do ponto de vista estatístico, além de ter apresentado um coeficiente de determinação (R^2) relativamente baixo. Nesse sentido, não foi empregada para fins de predição.

A utilização do método de suavização exponencial de Holt-Winters se mostrou mais flexível, tendo uma natureza diferente da regressão linear, e permitiu um ajuste melhor aos dados. Neste caso, o desempenho preditivo do modelo foi avaliado com base nas medidas de Erro Médio Absoluto (MAE) e Raiz do Erro Quadrático Médio (RMSE). O MAE para a aplicação do modelo aos dados de teste foi de 8,02 e a RMSE foi calculada em 9,26. Estas medidas indicam que as previsões feitas pelo modelo foram moderadamente precisas, embora estes erros não sejam desprezíveis.

Obviamente, estes resultados são condicionados às limitações do método empregado e de possíveis variáveis omitidas na modelagem aqui apresentada (como os valores efetivos de variáveis climáticas). Variáveis estas que podem ter um impacto significativo na oferta e na variação dos preços. Cientes destas limitações, a proposta é fornecer evidências estatísticas relevantes para uma lacuna significativa na literatura nacional sobre o tema. Estudos sobre a precificação do arroz no Brasil são escassos, especialmente no que diz respeito à sua relação entre o clima e com eventos extremos como o que ocorreu no Rio Grande do Sul em 2024. O desenvolvimento de estudos a partir das evidências aqui apresentadas fornecem contribuições científicas relevantes e são relevantes para a compreensão do comportamento de preços agrícolas, para a formulação de políticas públicas e para a tomada de decisão no setor.

REFERÊNCIAS

ALVALÁ, R. C. dos S.; RIBEIRO, D. F.; MARENKO, J. A.; SELUCHI, M. E.; GONÇALVES, D. A.; SILVA, L. A.; PINEDA, L. A. C.; SAITO, S. M. **Analysis of the hydrological disaster occurred in the state of Rio Grande do Sul, Brazil in September 2023: Vulnerabilities and risk management capabilities.** *International Journal of Disaster Risk Reduction*, v. 110, 2024, 104645. ISSN 2212-4209. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2024.104645>. Acesso em: 21 jan. 2025.

BENITES, V. **Estudo inédito detalha ocorrências de desastres naturais no RS entre 2003 e 2021.** Porto Alegre: Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura do Rio Grande do Sul, 23

nov. 2022. Disponível em: <https://sema.rs.gov.br/estudo-inedito-detalha-oocorrencias-de-desastres-naturais-no-rs-entre-2003-e-2021>. Acesso em: 5 fev. 2025.

BILAL, M.; ALRASHEEDI, M. A.; AAMIR, M.; ABDULLAH, S.; NORRULASHIKIN, S. M.; REZAIY, R. Enhanced forecasting of rice price and production in Malaysia using novel multivariate fuzzy time series models. *Scientific Reports*, Aug. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-77907-4>.

BRASIL. Governo Federal compra 263 mil toneladas de arroz importado em leilão. Gov.br, 23 jun. 2024b. Disponível em: <https://www.gov.br/secom/pt-br/assuntos/noticias/2024/06/governo-federal-compra-263-mil-toneladas-de-arroz-importado-em-leilao>. Acesso em: 04 jan. 2025.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário e Agricultura Familiar. Programa do MDA, Arroz da Gente impulsiona produção do grão e promove segurança alimentar no país. Gov.br, 31 out. 2024a. Disponível em: <https://www.gov.br/mda/pt-br/noticias/2024/10/programa-do-mdarroz-da-gente-impulsiona-producao-do-grao-e-promove-seguranca-alimentar-no-pais>. Acesso em: 22 dez. 2024.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário e Agricultura Familiar. Portaria MDA nº 13, de 13 de maio de 2024. *Diário Oficial da União*, edição 92, seção 1, p. 20, 14 maio 2024c. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-mdarroz-n-13-de-13-de-maio-de-2024-559371191>. Acesso em: 04 jan. 2025.

CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **Metodologia do Indicador de Preços do Arroz CEPEA/IRGA-RS.** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, fevereiro de 2022. Disponível em: https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/Metodologia_do%20arroz_para_sit_e_Cepea_IrgaRS_Fev22.pdf. Acesso em: 12 dez. 2024.

CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **Indicador de Preços do Arroz.** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2024. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/indicador/arroz.aspx>. Acesso em: 12 dez. 2024.

DEBIT. IGP-M: Índice Geral de Preços - Mercado. Disponível em: <https://www.debit.com.br/tabelas/igpm-fgv-indice-geral-de-precos-mercado>. Acesso em: 6 jan. 2025.

DOANE, D. P.; SEWARD, L. E. **Estatística aplicada à administração e economia.** 4. ed. Porto Alegre: AMGH Editora Ltda, 2014. ISBN 978-85-8055-394-9

FIERGS – Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Sul. **Principais indicadores econômicos dos municípios atingidos pelas enchentes no Rio Grande do Sul: Estado de Calamidade x Situação de Emergência.** Porto Alegre: Unidade de Estudos Econômicos, 2024. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/portaldaindustria/noticias/media/filer_public/8e/88/8e88c7b2-fab6-4f16-99d9-59c0f08ca60b/estudo_fiergs.pdf. Acesso em: 22 dez. 2024

GOVERNO DO ESTADO DO PIAUÍ. Programa vai fortalecer a produção de arroz em várias regiões do Piauí. Acesse Piauí, 20 nov. 2024. Disponível em:

<https://www.acessepiaui.com.br/noticia/17315-programa-vai-fortalecer-a-producao-de-arroz-em-varias-regioes-do-piaui>. Acesso em: 22 dez. 2024.

HOFFMANN, Rodolfo. **Análise de regressão: uma introdução à econometria**. 5. ed. Piracicaba: O Autor, 2016. 393 p. DOI: 10.11606/9788592105709.

HOLT, C. C. **Forecasting Trends and Seasonals by Exponentially Weighted Averages**. *ONR Memorandum*, n. 52, Carnegie Institute of Technology, Pittsburgh, USA, 1957.

HYNDMAN, R. J.; KOEHLER, A. B. **Another look at measures of forecast accuracy**. *International Journal of Forecasting*, v. 22, n. 4, p. 679-688, Oct./Dec. 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2006.03.001>. Acesso em: 10 fev. 2025.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agro 2017**. Disponível em: https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/agricultura.html?localidade=0&tema=78329. Acesso em: 04 jan. 2025.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **POF 2017-2018: Brasileiro ainda mantém dieta à base de arroz e feijão, mas consumo de frutas e legumes é abaixo do esperado**. Agência de Notícias IBGE, 21 out. 2020. Disponível em: [https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/28646-pof-2017-2018-brasileiro-ainda-mantem-dieta-a-base-de-arroz-e-feijao-mas-consumo-de-frutas-e-legumes-e-abixo-do Esperado#:~:text=Os%20alimentos%20com%20maiores%20m%C3%A9dias,%2C1%20g%2Fdia\)](https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/28646-pof-2017-2018-brasileiro-ainda-mantem-dieta-a-base-de-arroz-e-feijao-mas-consumo-de-frutas-e-legumes-e-abixo-do Esperado#:~:text=Os%20alimentos%20com%20maiores%20m%C3%A9dias,%2C1%20g%2Fdia)). Acesso em: 20 fev. 2025.

JUNGES, A. H.; TAZZO, I. F.; CARDOSO, L. S.; CERA, J. C. **Avaliação da onda de calor ocorrida em janeiro de 2022 no Rio Grande do Sul**. *Agrometeoros*, v. 30, e027078, 2022. ISSN 2526-7043. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.31062/agrom.v30.e027078>. Acesso em: 5 jan. 2025.

LOPES, S. I. G.; BRESEGHELLO, F. **Aceleração do ganho genético para produtividade e outras características chaves para a competitividade da cultura de arroz irrigado**. In: XII *Conferência Internacional de Arroz para América Latina e Caribe*, 12., 2015, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: IRGA, 2015. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1015008>. Acesso em: 5 jan. 2025.

MARCHEZAN, A.; SOUZA, A. M. Previsão do preço dos principais grãos produzidos no Rio Grande do Sul. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 40, n. 11, p. 2368-2374, nov. 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782010001100019>. Acesso em: 07 fev. 2025.

MARENGO, José A.; CAMARGO, Cláudia C. **Surface air temperature trends in southern Brazil for 1960–2002**. *International Journal of Climatology*, Chichester, v. 28, n. 7, p. 893–904, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1002/joc.1584>

MONTGOMERY, Douglas C.; RUNGER, George C. **Estatística aplicada e probabilidade para engenheiros**. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2024. Tradução de: *Applied statistics and probability for engineers*. ISBN 978-8-521-63743-1.

MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. **Análise de séries temporais**. ed. 2. São Paulo: Egard Blucher, 2006. ISBN 978-85-212-0389-6.

MUCHTAR, I. R.; AFYATI, A. **Comparison of Linear Regression and Random Forest Algorithms for Premium Rice Price Prediction (Case Study: West Java)**. *Jurnal Indonesia Sosial Teknologi*, [S. l.], v. 5, n. 7, p. 3122–3132, 2024. DOI: 10.59141/jist.v5i7.1184. Disponível em: <https://jist.publikasiindonesia.id/index.php/jist/article/view/1184>. Acesso em: 10 feb. 2025.

O GLOBO. **Governo suspende leilão de compra de arroz após altas de preços no Mercosul**. 21 maio 2024. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/economia/noticia/2024/05/21/governo-suspende-leilao-de-compra-de-arroz-apos-altas-de-precos-no-mercosul.ghtml>. Acesso em: 14 jan. 2025.

OGUNTUNDE, P. G.; LISCHEID, G.; DIETRICH, O. **Relationship between rice yield and climate variables in southwest Nigeria using multiple linear regression and support vector machine analysis**. *Int J Biometeorol* 62, p. 459–469, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00484-017-1454-6>

PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. **Microeconomía**. 7. ed. Madrid: Pearson Educación, 2009. 888 p. ISBN 978-84-832-2706-0.

PINHEIRO, D. R. O.; TAVARES, M.; OLIVEIRA, K. G. de. **Previsão de preços para a cultura do arroz irrigado e sequeiro do estado do Paraná utilizando séries temporais**. *Atena Editora*, 2022. DOI: 10.22533/at.ed.0702211033.

POSSANI, L.; WAQUIL, P. D.; MAMBRIN, R. B.; POSSANI, I. T. P. **Percepções das mudanças climáticas e seus impactos nos processos produtivos de uvas nas vinícolas do Rio Grande do Sul**. *Contribuciones a Las Ciencias Sociales*, São José dos Pinhais, v. 17, n. 9, p. 01-26, 2024. DOI: 10.55905/revconv.17n.9-174. Disponível em: <https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/10557/6344>. Acesso em: 5 jan. 2025.

ROCHA, R. P.; REBOITA, M. S.; CRESPO, N. M. **Análise do evento extremo de precipitação ocorrido no Rio Grande do Sul entre abril e maio de 2024**. *Journal Health NPEPS*, v. 9, n. 1, p. e12603, 2024. Disponível em: <https://periodicos.unemat.br/index.php/jhnpeps/article/view/12603/8513>. Acesso em: 03 jan. 2025.

RUFINO, J. P. F.; ALVES, F. F.; NETO, P. Q. C.; CARNEIRO, S. B. **Planejamento e previsão do preço do açaí no Amazonas: análise com base no modelo X12-ARIMA**. *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*, Curitiba, v. 22, n. 6, p. 1-20, 2024. DOI: 10.55905/oelv22n6-124.

SHARPE, N. R.; VEAUX, R. D. de; VELLEMAN, P. F. **Estatística aplicada à economia**. Porto Alegre: Bookman, 2011. ISBN 978-85-7780-865-6.

TAN, B. T. ; FAM, P. S.; FIRDAUS R. B. R; TAN, M. L; GUNARATNE, M. S.. **Impact of climate change on rice yield in Malaysia: a panel data analysis**. *Agriculture*, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/agriculture11060569>. Acesso em: 10 jan. 2025.

TAZZO, I. F.; TAROUCO, A. K.; JUNIOR, P. H. C. A. ; BREMM, C.; CARDOSO, L. S.; JUNGES, A. H. **Índice de Temperatura e Umidade (ITU) ao longo do verão de 2021/2022 e estimativas dos impactos na bovinocultura de leite no Rio Grande do Sul, Brasil.** *Ciência Animal Brasileira*, v. 25, e-77035P, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1809-6891v25e-77035P>. Acesso em: 5 jan. 2025.

TOMEK, W. G.; KAISER, H. M. **Agricultural product prices.** *Ithaca: Cornell University Press*, 2014.

TRENTIN, I. C. L. **A crise da agropecuária e as mudanças climáticas no Rio Grande do Sul-Brasil.** *Revista Foco, A [S. l.],* v. 16, n. 11, p. e3361, 2023. DOI: 10.54751/revistafoco.v16n11-125. Disponível em: <https://ojs.focopublicacoes.com.br/foco/article/view/3361>. Acesso em: 6 jan. 2025.

WINTERS, P. R. **Forecasting Sales by Exponentially Weighted Moving Averages.** *Management Science*, v. 6, n.3, p.324-342, 1960.

ZANIN, Vanclei. **Análise do padrão sazonal dos preços ao produtor de arroz no estado do Rio Grande do Sul.** *Revista de Economia e Agronegócio*, v. 21, n. 2, 2023. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/rea/article/view/15643/9574>. Acesso em: 6 jan. 2025.



INCLUSÃO PRODUTIVA E AGRICULTURA FAMILIAR: ANÁLISE DOS RESULTADOS DO PBSM EM SALITRE/CE

Damiana De Lima Da Costa

URCA

Email: damiana.costa@urca.br

Maria Messias F. Lima

URCA

Email: messias.lima@urca.br

Francisco Gauberto Barros dos Santos

IFCE

Email: gaubertob@gmail.com

Grupo de Trabalho (GT): 3. Política Agrária, Desenvolvimento Rural e Agricultura Familiar

RESUMO

O Plano Brasil Sem Miséria (PBSM) foi criado com o objetivo de erradicar a extrema pobreza no Brasil, promovendo a inclusão social e econômica de famílias em situação de vulnerabilidade. O programa se destaca por identificar e cadastrar essas famílias, direcionando recursos e oferecendo apoio financeiro e técnico, especialmente para atividades produtivas ligadas à agricultura familiar. Desse forma, este artigo analisa as contribuições do Programa para o desenvolvimento e a sustentabilidade da agricultura familiar no município de Salitre, Ceará. O estudo buscou analisar os efeitos do programa nas condições socioeconômicas e produtivas das famílias contempladas. Os dados foram obtidos através da pesquisa de campo, realizada com uma amostra dos beneficiários contemplados pelos subprogramas ACT e lote 7, que abrangeu o período de 2011 a 2014. As entrevistas ocorreram entre agosto e outubro de 2024. Após a coleta, os dados foram tabulados e analisados. Os resultados destacaram a ampla participação das famílias nas diversas etapas do programa, o que contribuiu para uma maior apropriação das ações e resultados, refletindo uma percepção positiva sobre a política pública. Embora persistam desafios como ausência de assistência técnica contínua e apoio municipal limitado à comercialização, a percepção dos beneficiários foi amplamente positiva, evidenciando a relevância do PBSM como política pública de fortalecimento da agricultura familiar e combate à pobreza rural.

Palavras-chave:

Políticas Públicas
Desenvolvimento Rural
Extensão Rural

PRODUCTIVE INCLUSION AND FAMILY FARMING: ANALYSIS OF THE RESULTS OF PBSM IN SALITRE/CE

ABSTRACT

The Brazil Without Extreme Poverty Plan (PBSM) was created with the objective of eradicating extreme poverty in Brazil by promoting the social and economic inclusion of vulnerable families. The program stands out for identifying and registering these families, directing resources and offering financial and technical support, especially for productive activities related to family farming. This article analyzes the contributions of the program to the development and sustainability of family farming in the municipality of Salitre, Ceará. The study aimed to assess the effects of the program on the socioeconomic and productive conditions of the beneficiary families. Data were collected through field research conducted with a sample of beneficiaries from the ACT and Lot 7 subprograms, covering the period from 2011 to 2014. Interviews were conducted between August and October 2024. After data collection, the information was tabulated and analyzed. The results highlighted the extensive participation of families in various stages of the program, which contributed to greater ownership of actions and outcomes, reflecting a positive perception of the public policy. Although challenges persist—such as the lack of continuous technical assistance and limited municipal support for commercialization, the beneficiaries' perception was largely positive, demonstrating the relevance of the PBSM as a public policy for strengthening family farming and combating rural poverty.

Keywords:

Public Policies

Rural Development

Rural Extension

1 INTRODUÇÃO

O Brasil convive com grandes desigualdades sociais, a pobreza e a extrema pobreza ainda são questões que precisam ser enfrentadas. Os anos 2000 destacaram-se pelo planejamento de ações e fortalecimentos de políticas públicas implementadas para o desenvolvimento de um novo padrão produtivo no espaço rural brasileiro (Moraes, 2023). O nível de desigualdade varia de acordo com cada região e impacta de maneira mais acentuada as áreas rurais, principalmente no semiárido. Medidas governamentais e iniciativas de redução da pobreza têm sido aplicadas para minimizar essas questões, dentre elas se encontra-se o Programa Brasil Sem Miséria (PBSM).

O PBSM não só tem como objetivo erradicar a extrema pobreza, mas também busca promover a inclusão produtiva, capacitando as famílias beneficiadas a se tornarem economicamente autossuficientes. Nesse contexto, o incentivo à produção agrícola familiar é um componente essencial para alcançar os objetivos do Programa, especialmente em regiões de clima semiárido, como o Nordeste brasileiro.

O PBSM foi implementado pelo governo Federal em 2011, com o objetivo de combater a pobreza e a miséria no país, através da inclusão produtiva das camadas mais vulneráveis da população. Para atingir seus objetivos, o PBSM adotou uma série de estratégias, dentre elas o Fomento às Atividades Produtivas. O Programa ofereceu apoio financeiro e técnico às atividades produtivas das famílias beneficiárias, incluindo aquelas

ligadas à agricultura familiar. Esse suporte visa fortalecer a capacidade produtiva e a geração de renda dessas famílias (Sousa, 2013). Dentro do contexto do PBSM, a agricultura familiar ocupa um lugar de destaque, reconhecendo o potencial dessa categoria como uma alternativa para gerar renda, segurança alimentar e promover o desenvolvimento sustentável em comunidades rurais.

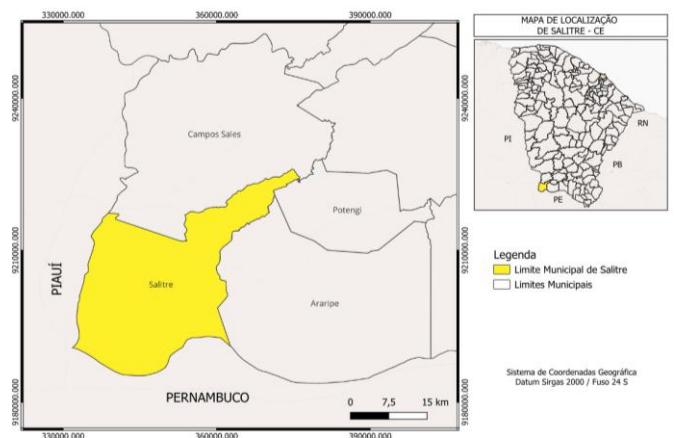
No Nordeste, região historicamente conhecida por desigualdades econômicas e sociais, o papel dessas políticas é ainda mais importante. No estado do Ceará, em particular, a agricultura familiar enfrenta desafios para o seu desenvolvimento, embora seja predominante em relação ao quantitativo de estabelecimentos. O município de Salitre está localizado no extremo sul do estado do Ceará, faz fronteira com o estado de Pernambuco e Piauí. É parte da região conhecida como Polígono das Secas, que é caracterizada por um clima semiárido, com chuvas escassas e irregulares. Salitre é exemplo de uma comunidade que enfrenta desafios socioeconômicos significativos, mantém uma forte conexão com a agricultura familiar, que desempenha um papel central em sua dinâmica local.

Em 2010, o município contava com uma população total de 15.453 habitantes, dos quais 6.263 residiam na zona urbana e 9.190 na zona rural. Nesse ano, o município enfrentava desafios relacionados à extrema pobreza, evidenciada por uma parcela significativa da população com renda domiciliar per capita mensal de até R\$ 70,00. Essa situação afetava 5.699 pessoas, distribuídas entre 1.453 na área urbana e 4.246 na área rural. Portanto, em 2010, aproximadamente 36,9% da população total de Salitre estava em situação de extrema pobreza. Dessa forma, entender como o PBSM contribui para viabilizar o desenvolvimento da agricultura familiar no município é fundamental. Nesse contexto, o objetivo geral da pesquisa é analisar as contribuições do PBSM em Salitre/CE, para o desenvolvimento e fortalecimento da agricultura familiar no município.

2 METODOLOGIA

O recorte geográfico da pesquisa é o município de Salitre, localizado na região do Cariri, no Sul cearense, encontra-se a 530 km da Capital Fortaleza, os municípios limítrofes são: Campos Sales ao Norte; Ipubi e Araripe-PE ao Sul; Potengi e Araripe ao Leste; Fronteiras e Caldeirão Grande do Piauí-PI no Oeste, (IPECE, 2022). A localização do município pode ser observada na figura 1.

Figura 1-Mapa de Localização: Salitre/CE



Fonte: Elaborada pela autora com base no Sistema de Coordenadas Geográficas Datum Sirgas 2000/Fuso 24 S.

O contingente populacional do Município em 2022 era de 16.635 habitantes, possuindo uma área territorial de 806,253 km², com uma densidade demográfica de 20,63 hab/km² (IBGE, 2022).

Para atender ao objetivo proposto, a pesquisa envolveu a coleta de dados primários no município de Salitre. Foram realizadas entrevistas e aplicação de questionários aos agricultores familiares beneficiados pelo PBSM no município, contemplando os subprogramas, ACT e Lote 07, com 100 unidades familiares cada subprogramas, totalizando 200 beneficiários. Além disso, realizou-se entrevistas com representantes de órgãos governamentais responsáveis pela implementação do programa a nível local e outros atores envolvidos com projetos e políticas públicas voltadas para o segmento. Embora os subprogramas tenham ocorrido quase simultaneamente, eles diferem na etapa de liberação dos recursos para fomento das atividades produtivas⁸.

No contexto das pesquisas sociais, é comum deparar-se com um universo de elementos tão vasto que sua consideração integral se torna inviável. Diante dessa realidade, torna-se frequente a utilização de amostras, representativas de uma parcela do universo em questão. Para que essa amostra seja confiável em retratar as características do universo, é necessário levar em conta a extensão desse universo, os recursos disponíveis e o nível de confiança estabelecido (Moresi *et al.*, 2003). Considerando o universo da pesquisa, foi

⁸No subprograma ACT, os recursos foram entregues em duas etapas: a primeira parcela no valor de R\$ 1.400,00 e a segunda parcela de R\$ 1.000,00. Enquanto isso, no Lote 07, os recursos foram divididos em três etapas: uma parcela inicial de R\$ 1.000,00 e duas parcelas de R\$ 700,00, as quais poderiam ser pagas ao longo de dois anos (EMATERCE, 2024).

utilizada uma amostra desse universo para inferir os resultados sobre a população em análise, através do seguinte cálculo amostral:

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{e^2(N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Onde:

n = tamanho da amostra = 116

Z = Grau de confiança, utilizou-se $Z = 90\%$ de confiabilidade = 1,645

e = Erro absoluto para população finita ($e = 5\%$).

N = O universo da pesquisa = 200 beneficiários

p = proporção. Trabalhou-se com proporção (p) de 50%. $p + q = 1$

Dessa forma a pesquisa envolveu 58 beneficiários do ACT e 58 do lote 7, totalizando 116 beneficiários do PBSM. Foi levada em conta a homogeneidade da população no estudo para calcular a amostra. Um erro de 5% foi utilizado para atingir a amostra mínima com representatividade estatística. A pesquisa desenvolvida é de natureza descritiva, essas pesquisas visam principalmente descrever as características de uma determinada população ou fenômeno, ou ainda estabelecer relações entre variáveis (Gil, 2002). Assim, a pesquisa possibilita identificar o papel e a importância do PBSM para o desenvolvimento sustentável e fortalecimento da agricultura familiar em Salitre.

3. 3.1 Considerações gerais sobre agricultura familiar

A agricultura familiar é caracterizada como um conjunto de unidades produtivas agropecuárias que operam sob o regime de economia familiar, englobando atividades conduzidas em pequenas e médias propriedades, onde a mão de obra é fornecida principalmente pelos membros da própria família (Soares; Melo; Chaves, 2009). Para além disso, existe um caráter político social em que o resultado do processo produtivo permanece com o trabalhador, que também é o gestor do estabelecimento. Ademais, essa forma de organização da produção é notável por sua diversidade de culturas e as múltiplas funções em que o estabelecimento familiar pode operar, abrangendo produção agrícola, pesqueira e pastoril, além de atividades não agrícolas (Lima, 2018).

A seleção de um conceito para caracterizar os agricultores familiares, assim como a escolha de critérios para distinguir as propriedades familiares das patronais, constitui uma tarefa desafiadora. Essa complexidade é ampliada quando é necessário alinhar o conceito e

os critérios com os dados disponíveis no Censo Agropecuário do IBGE, que, como é sabido, não foram originalmente elaborados para essa finalidade (Guanziroli, 2001).

O universo diversificado de agricultores familiares é composto por grupos com interesses particulares e estratégias únicas de sobrevivência e produção. Esses grupos reagem de maneira distinta a desafios, oportunidades e restrições semelhantes, justificando a necessidade de um tratamento adequado às suas diferenças (Buainain, 2005).

A agricultura familiar, como expressão da agenda nacional, adentrou o cenário político brasileiro apenas na primeira metade da década de 1990. Até então, este agrupamento de estabelecimentos de menor escala vinha sendo designado sob diferentes expressões, como minifundiários, pequenos produtores, agricultores de subsistência ou produtores, como era corriqueiro na década de 1970, agricultores de baixa renda (Navarro, 2010). Essa mudança no reconhecimento e valorização da agricultura familiar é representativa de uma transformação significativa na dinâmica agrícola do Brasil, que é refletida tanto nos aspectos econômicos e sociais quanto nos aspectos demográficos e ambientais, caracterizando o ‘novo’ rural brasileiro.

A literatura disponível sobre a agricultura familiar e os aspectos do mundo rural contemporâneo tendem a envolver diferentes abordagens. Uma parte concentra sua atenção nos aspectos econômicos, investigando como as unidades familiares gerenciam os fatores de produção, como terra, trabalho e capital.

Essas abordagens buscam compreender o valor econômico e a contribuição produtiva das formas familiares para a geração de riqueza material. No entanto, há também abordagens que relegam as questões econômicas e materiais para um plano secundário, priorizando a análise dos aspectos culturais, políticos e sociais que caracterizam os grupos e indivíduos organizados em unidades familiares. Nesse contexto, a esfera de produção é examinada como o resultado material resultante da maneira como um determinado coletivo social se organiza para viver e preservar elementos de sua cultura e identidade (Schneider, Niederle, 2008).

A agricultura familiar no Brasil, com suas diversas conformações, possui uma história de resistência e resiliência. No entanto, é o aspecto legislativo estabelecido pelo Estado que vem estabelecer o que é considerado como agricultura familiar (Rambo; Tarsitano; Laforga, 2016). A Lei Nº 11.326, de 24 de julho de 2006, estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. Para os fins normativos esta legislação, considera agricultor familiar e empreendedor familiar aquele que, simultaneamente, atende aos seguintes requisitos:

não detém, a qualquer título, área maior do que 4 (quatro) módulos fiscais⁹; utiliza predominantemente mão-de-obra da própria família nas atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento; possui renda familiar predominantemente originada de atividades econômicas vinculadas ao próprio estabelecimento ou empreendimento; e dirige seu estabelecimento ou empreendimento com sua família (Brasil, 2006).

Em relação à tipologia dos estabelecimentos agropecuários no Brasil, a agricultura familiar é predominante, considerando o quantitativo, como mostra a tabela 2.

Tabela 3- Número de estabelecimentos agropecuários Brasil, Grandes Regiões e Unidades Federativas: total e por tipologia (2017)

Região	Total	Patronal		Agricultura Familiar	
		Relativo	Absoluto	Relativo	Absoluto
Brasil	5.073.324	23,18	1.175.916	76,82	3.897.408
Norte	580.613	17,23	100.038	82,77	480.575
Rondônia	91.438	18,71	17.109	81,29	74.329
Acre	37.356	16,72	6.247	83,28	31.109
Amazonas	80.959	13,09	10.601	86,91	70.358
Roraima	16.846	22,22	3.743	77,78	13.103
Pará	281.699	14,90	41.962	85,10	239.737
Amapá	8.507	17,90	1.523	82,10	6.984
Tocantins	63.808	29,55	18.853	70,45	44.955
Nordeste	2.322.719	20,83	483.873	79,17	18.38.846
Maranhão	219.765	14,86	32.647	85,14	187.118
Piauí	245.601	19,69	48.355	80,31	197.246
Ceará	394.330	24,46	96.468	75,54	297.862
Rio Grande do Norte	63.452	20,13	12.772	79,87	50.680
Paraíba	163.218	23,12	37.729	76,88	125.489
Pernambuco	281.688	17,42	49.077	82,58	232.611
Alagoas	98.542	16,41	16.173	83,59	82.369
Sergipe	93.275	22,74	21.215	77,26	72.060

²O tamanho do módulo fiscal varia de acordo com o município, em Salitre é de 70 hectares, conforme registrado pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA).

Bahia	762.848	22,21	169.437	77,79	593.411
Sudeste	969.415	28,93	280.470	71,07	688.945
Minas Gerais	607.557	27,28	165.728	72,72	441.829
Espírito Santo	108.014	25,22	27.239	74,78	80.775
Rio de Janeiro	65.224	32,87	21.438	67,13	43.786
São Paulo	188.620	35,03	66.065	64,97	122.555
Sul	853.314	21,98	187.547	78,02	665.767
Paraná	305.154	24,99	76.266	75,01	228.888
Santa Catarina	183.066	21,89	40.079	78,11	142.987
Rio Grande do Sul	365.094	19,50	71.202	80,50	293.892
Centro-Oeste	347.263	35,70	123.988	64,30	223.275
Mato Grosso do Sul	71.164	39,26	27.941	60,74	43.223
Mato Grosso	118.679	31,21	37.044	68,79	81.635
Goiás	152.174	37,12	56.490	62,88	95.684
Distrito Federal	5.246	47,90	2.513	52,10	2.733

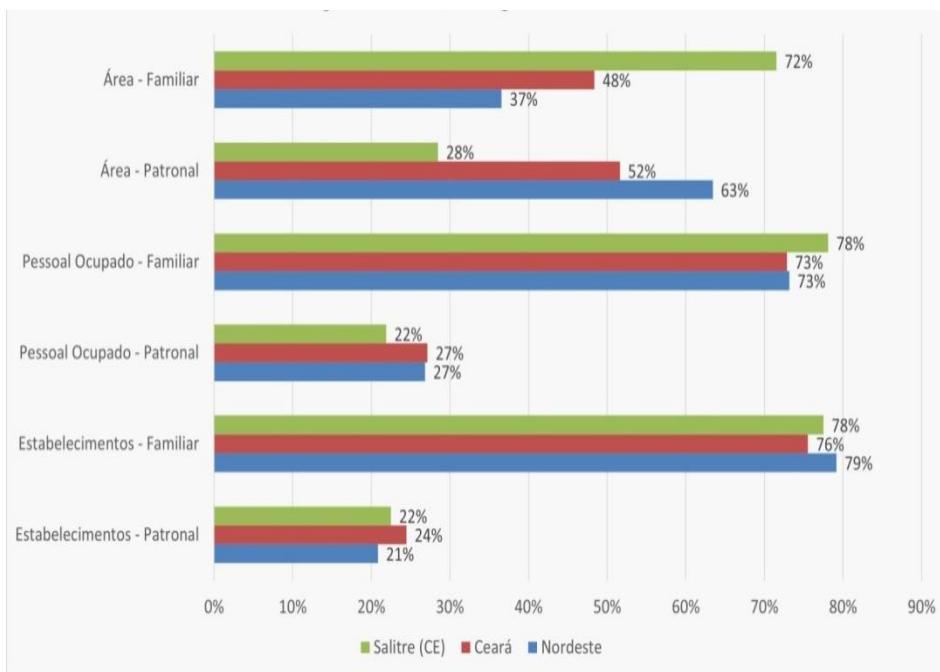
Fonte: Elaborada pela autora com base no Censo Agropecuário do IBGE (2017)

Dos 5.073.324 estabelecimentos agropecuários, 76,8% foram caracterizados como agricultura familiar, com predominância na região Nordeste, com 79% dos estabelecimentos agropecuários. A partir da tabela 2 é possível verificar que a agricultura familiar predomina em nível nacional e em vários estados, embora apresente variações significativas entre as grandes regiões, como o Centro-Oeste que predomina a agricultura não familiar.

Considerando o estado do Ceará, observa-se que a agricultura familiar, em termos de estabelecimento tem uma grande representatividade, cerca de 75,51%, enquanto a patronal compreende aproximadamente 24,49%. Em um contexto de desenvolvimento local e regional, destaca-se a necessidade de um olhar atento para essa categoria, reconhecendo seu potencial para a inserção produtiva e participação no mercado.

Em Salitre, a agricultura familiar possui uma importância crucial na organização socioeconômica local, como revelam as informações do censo agropecuário de 2017. Com um total de 3.245 propriedades rurais registradas, sendo 78% delas enquadradas como agricultura familiar, como mostra o gráfico 1.

Gráfico 1- Número de estabelecimentos agropecuários, Pessoal ocupado e Área dos Estabelecimentos por tipologia: Salitre, Ceará, Nordeste (2017)



Fonte: Elaborada pela autora com base no Censo Agropecuário do IBGE (2017)

No que se referem ao pessoal ocupado, os dados são bastante significativos. Entre os 16.145 ocupados nos estabelecimentos agropecuários, 78% são na agricultura familiar, legitimando o cenário semelhante para o Nordeste e Ceará. Em relação a área dos estabelecimentos agropecuários, evidencia-se uma diferença singular. Enquanto a agricultura familiar em Salitre ocupa 72% da área total dos estabelecimentos, essa proporção é significativamente maior do que a área ocupada no Nordeste (37%) e no Ceará (48%). Isso evidencia a forte presença da agricultura familiar no município, não só em termos relativos ao número de estabelecimentos e pessoal ocupado, mas também em relação a área utilizada, quando comparada com a agricultura patronal. Essa diferença na distribuição da área dos estabelecimentos agropecuários, com a agricultura familiar pode ser relacionada diretamente à cultura predominante na região: a mandioca.

De acordo com Hoffmann (2014), a produção de mandioca no Brasil conta com uma expressiva participação da agricultura familiar. Segundo informações do Censo Agropecuário de 2017, essa parcela do setor agrícola foi responsável por 85,10% da produção nacional de mandioca. Além disso, é relevante destacar que a mandioca desempenha um papel essencial na alimentação dos agricultores familiares, configurando-se como uma cultura de subsistência de grande importância para essas famílias.

A tabela 2 apresenta os principais produtos agrícolas com mais destaque em salitre, considerando o número de estabelecimentos, quantidade produzida e valor da produção, onde a mandioca se destaca em relação à produção e valor da produção.

Tabela 4– Lavoura temporária em Salitre: principais produtos, número de estabelecimentos, quantidade produzida e valor da produção (2017)

	Número de estabelecimentos (Unidades)	Quantidade produzida (Toneladas)	Valor da produção (Mil Reais)
Feijão fradinho em grão	2.895	1.398	3.780
Milho em grão	2.443	2.271	2.257
Mandioca	1.109	28.274	15.394
Fava em grão	425	56	117

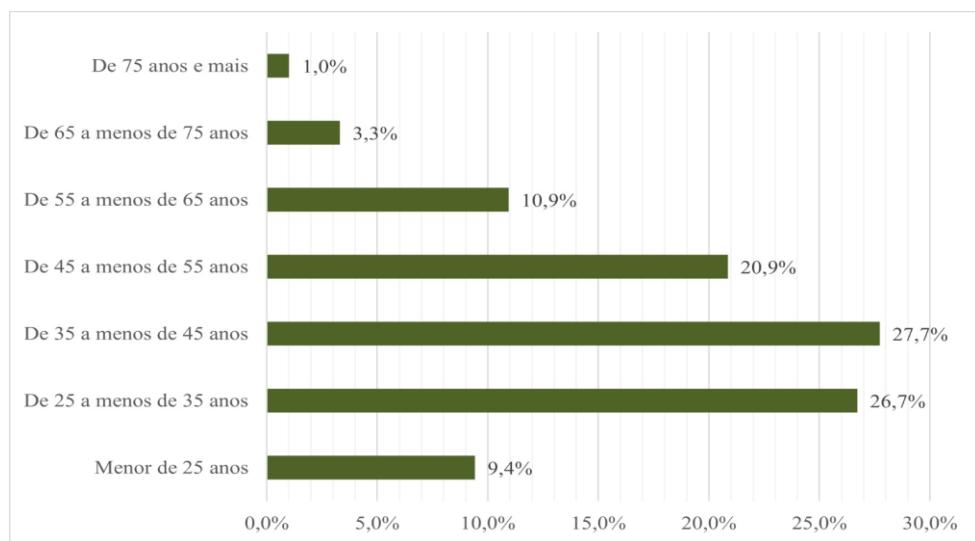
Fonte: Elaborada pela autora com base no Censo Agropecuário do IBGE (2017)

Como mostra a tabela 2, O milho, apesar de ser amplamente cultivado, tem um retorno financeiro menor devido à baixa produtividade por estabelecimento e ao menor valor de mercado por tonelada. Dessa forma, o feijão-fradinho em grão e a mandioca emergem como as culturas mais significativas em termos de valor da produção, contribuindo substancialmente para a economia agrícola local.

Em relação à posse da terra, de acordo com o Censo Agropecuário de 2017, a maior parte dos agricultores são proprietários da terra onde realiza suas atividades, representando 65% do total. Entretanto, há também uma parcela significativa de **comodatários**, que são aqueles que recebem a terra emprestada gratuitamente (ou em troca de um serviço) e não possuem direitos de propriedade sobre ela. Este grupo, que corresponde a 28,5% dos agricultores, pode estar envolvido em arrendamentos informais ou acordos de uso temporário. Por outro lado, os **arrendatários**, que alugam a terra por um período definido e pagam uma taxa para utilizá-la, representam uma menor parte da população agrícola, com 4,2% (IBGE, 2017).

Sobre a faixa etária dos agricultores familiares pode ser observado através do gráfico 2, que 84,7% dos agricultores estão em uma faixa etária inferior a 55 anos. Esse perfil contrasta com o perfil para o estado do Ceará que é de apenas 50% (Miranda, 2021).

Gráfico 2- Faixa etária dos agricultores familiares de Salitre-CE (2017)



Fonte: elaborado pela autora com base no Censo Agropecuário (2017).

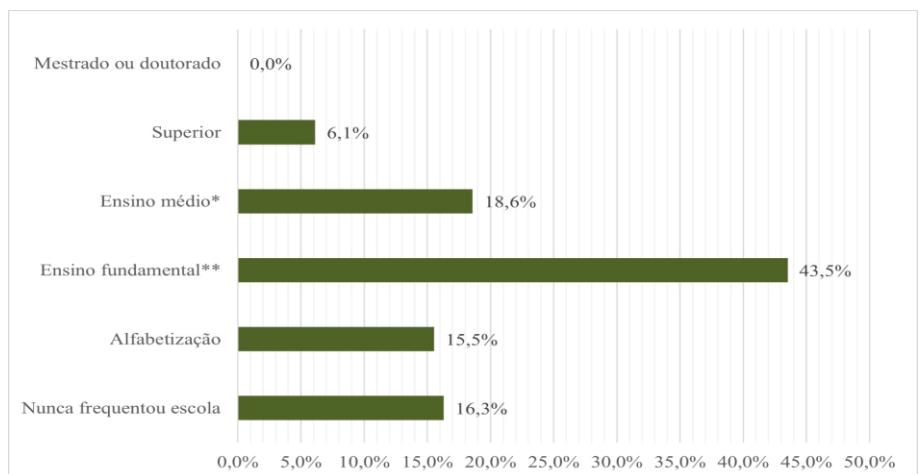
Ao analisarmos o perfil etário dos agricultores familiares de salitre, nesse contexto, observa-se que existe um grupo significativo de agricultores jovens com potencial para o fortalecimento da agricultura familiar no município. Com 63,8% dos trabalhadores tendo menos de 45 anos, há uma base sólida de jovens adultos no setor, o que pode ser benéfico para inovação e crescimento a médio e longo prazo.

Em relação à escolaridade, o Gráfico 3 mostra que a maior parte dos agricultores familiares de Salitre tem o ensino fundamental¹⁰ completo. Esse cenário também difere do cenário estadual, que segundo Miranda (2021, p. 31) “46,7% dos estabelecimentos de agricultores familiares do Ceará possuem dirigentes produtores que não sabem ler”. Isso mostra que a política de educação de jovens e adultos e a ampliação das redes municipais, estaduais e federais de ensino tem mudado a realidade do espaço rural em Salitre, formando um capital humano que, em conjunto com outras políticas públicas, oferecem potencial para um desenvolvimento rural sustentável no município.

^{3**}Junção do antigo primário (elementar), o ensino regular do fundamental ou 1º grau, e o EJA (Educação de Jovens e Adultos).

^{4*}Junção do Antigo ginásial (médio 1º ciclo), Antigo científico, clássico, etc. (médio 2º ciclo) Técnico de ensino médio ou do 2º grau e Regular de ensino médio ou 2º grau.

Gráfico 3– Salitre: nível de escolaridade dos agricultores familiares (2017)



Fonte:

elaborado pela autora com base no Censo Agropecuário (2017).

A significativa porcentagem de trabalhadores que nunca frequentaram a escola ou têm apenas a alfabetização reflete a necessidade de diagnosticar os principais entraves para o fortalecimento e sustentabilidade da agricultura familiar no município.

Dialogando com os gráficos 2 e 3 fica claro a imagem do perfil educacional dos trabalhadores jovens da agricultura familiar e as possíveis implicações a médio e longo prazo para o município. Em síntese, a agricultura familiar no município de Salitre apresenta as seguintes características (IBGE, 2017):

- Representa 78% dos estabelecimentos agropecuários;
- Ocupa 72% da área utilizada para agropecuária;
- Mantém 78% do pessoal ocupado no setor;
- Relação do agricultor em relação à terra, 65% são proprietários;
- Faixa etária, 84% dos agricultores em idade inferior a 55 anos;
- Escolaridade, 43% dos agricultores possuem o Ensino Fundamental.

Dessa forma, a dinâmica das políticas públicas e as ações de planejamento estratégico, no âmbito Federal, Estadual e Municipal, devem observar o quadro atual dos municípios afim de desenvolver as suas fortalezas, principalmente em relação a sua estrutura demográfica, contribuindo assim para que a agricultura tenha uma participação relevante na formação do PIB municipal e na geração efetiva de emprego e renda para a população local.

3.2 A condição de pobreza é analisada como um fenômeno estrutural e complexo, envolvendo diversas dimensões e relações, indo além de uma simples escassez de recursos. Ela se revela também na disparidade na repartição da riqueza gerada socialmente, na falta de

acesso a serviços essenciais, informação, oportunidades de emprego remunerado e digno, bem como na marginalização da participação ativa na esfera social e política (Silva, 2010).

Na luta contra a pobreza, é fundamental estabelecer o conceito de linha de pobreza, uma vez que esse parâmetro é determinante para distinguir a parcela vulnerável da população. Ademais, a definição da linha de pobreza deve ser funcional, isto é, capaz de se converter em dados práticos para diagnosticar a gravidade do problema, avaliar a eficácia das políticas em vigor e identificar as lacunas a serem preenchidas. Apesar de existirem certas decisões subjetivas envolvidas, a funcionalidade requer características específicas que, somadas ao propósito da linha de pobreza, funcionam como um norte (Osorio, *et al*, 2011).

Para implementar o PBSM, foi preciso estabelecer um critério oficial para identificar os indivíduos realmente carentes. O Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS) assumiu essa responsabilidade e definiu o limite de R\$ 70,00 per capita para classificar famílias em extrema pobreza, e o dobro desse montante (R\$ 140,00) para caracterizar a pobreza.

O Censo Demográfico 2010, apontou que aproximadamente metade dos brasileiros que viviam em extrema pobreza residiam em regiões rurais, embora estas áreas abrigassem somente 15,6% da população total. Esta realidade destacou a urgência de implementar medidas específicas do PBSM para atender às demandas da população que habita o espaço rural.

Considerando os critérios estabelecidos e os dados do censo demográfico de 2010, o Nordeste era a região com o maior contingente de pessoas em extrema pobreza, totalizando 9,61 milhões de indivíduos, sendo que mais da metade deles vivia no campo. Já o Norte do país também registrava uma parcela importante de habitantes em situação de extrema pobreza nas áreas rurais, atingindo 56,4% do total (Falcão, Da Costa; 2014). De acordo com os dados do cadastro único municipal em 2023, no município de Salitre, 3.474 pessoas se encontravam em situação de pobreza, representando 20,9% da população total, que é de 16.633 habitantes. Como parte do PBSM, Salitre foi selecionado para três subprogramas, nomeadamente o PBSM Lote 03 e 07, além do PBSM ACT (Acordo de Cooperação Técnica).

O PBSM ACT refere-se a um acordo formal de cooperação entre o Governo Federal e o Governo Estadual, esse acordo estabelece as responsabilidades e obrigações de cada parte na implementação de programas e projetos específicos do Programa. A EMATERCE é uma das entidades responsáveis pela execução e prestação de assistência técnica aos beneficiários do programa, garantindo a efetiva implementação das ações

planejadas. Esses subprogramas se concentram no programa de fomento às atividades produtivas rurais ao qual tem como objetivo contribuir para a redução da pobreza rural e das desigualdades no semiárido, mitigando os efeitos causados pelas condições climáticas adversas por meio da integração de políticas públicas federais, estaduais e municipais.

As ações delineadas visam a promover a inclusão produtiva e a segurança alimentar e nutricional dos beneficiários. Elas almejam não só aumentar a renda dos participantes, mas também impulsionar atividades produtivas sustentáveis e agroecológicas. Além disso, buscam fortalecer a autonomia dos beneficiários através de ações complementares, como acompanhamento técnico e social, acesso aos mercados e infraestrutura hídrica para produção.

Por fim, essas medidas têm como objetivo central fomentar o desenvolvimento dinâmico das áreas rurais, fornecendo orientação às famílias beneficiárias sobre as melhores práticas e oportunidades disponíveis (Oliveira, 2023). A EMATERCE como entidade executora segue um plano de trabalho que compreende diversas etapas para concretizar as ações propostas. A primeira etapa começou com a mobilização das comunidades e a busca ativa pelas famílias em condições de extrema pobreza

Em seguida, foram feitos cadastros e diagnósticos tanto das unidades familiares de produção agrícola (UFPA) quanto da comunidade local, a fim de entender suas necessidades. Posteriormente, a elaboração dos projetos produtivos que consideraram os recursos e potenciais familiares compartilhados com os Conselhos Municipais para receber apoio local. Foram estabelecidas unidades de referência para demonstração e capacitação, ao mesmo tempo em que foram realizadas atividades individuais e coletivas para atender às demandas específicas das famílias e fomentar a coesão na comunidade.

No município de Salitre, a inscrição para o PBSM foi realizada conforme os procedimentos habituais com auxílio do CadÚnico. Tanto o PBSM ACT quanto o Lote 07 foram executados de forma simultânea, proporcionando às famílias favorecidas um montante total de R\$ 2.400,00, distribuído em prestações. O recebimento das próximas parcelas após a primeira estava condicionado ao cumprimento das fases do projeto, podendo ser interrompido em caso de descumprimento.

Depois da verba ser liberada, de acordo com as etapas de implementação, a EMATERCE começou a fase prática de assistência aos agricultores. Primeiramente, as famílias foram aconselhadas a se dedicar a atividades que já dominavam, usando materiais disponíveis na propriedade e adquirindo o que fosse necessário conforme avançavam na construção das instalações para implementação do projeto produtivo (EMATERCE, 2024).

O quadro 1 ilustra as formas pelas quais os beneficiários tomaram conhecimento sobre o programa e o nível de dificuldade para acessar. Conforme os dados, **63,8%** dos participantes souberam do programa por meio da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará (**EMATERCE**), o que pode ser atribuído ao fato de a EMATERCE ter sido a responsável pela execução do programa, facilitando sua divulgação e a disseminação de informações entre os beneficiários.

Destaca-se também a importância da Associação quanto à divulgação do programa, pois **36,2%** dos beneficiários souberam do programa por meio de **associações** locais, o que sugere que o apoio de grupos comunitários e associações de agricultores também foi uma via importante para a comunicação do programa, principalmente em áreas mais isoladas, onde o acesso à informação institucional pode ser limitado.

Segundo Lisboa e Alcântara (2019), uma das principais funções das associações, sem dúvida, informar e orientar seus membros, promovendo a conscientização sobre seus direitos e deveres, além de esclarecer o verdadeiro papel das associações, que são essenciais para garantir a autonomia e autogestão. Esses aspectos são fundamentais para que o associativismo se torne efetivo, e para que ele se desenvolva em um ambiente democrático, que favoreça a emancipação e a participação política de todos os envolvidos.

Quadro 1- Eixo de inclusão produtiva: conhecimento e acesso ao PBSM

Indicador	Categoría	Percentual (%)
Acesso ao Programa	Fácil	93,1%
	Moderado	6,9%
Conhecimento do Programa	Associação	36,2%
	EMATERCE	63,8%

Fonte: Elaborado pela autora com base na pesquisa de campo (2024).

Os dados apresentados no quadro 1, revelam que 93% dos beneficiários consideraram o acesso ao programa como fácil, refletindo uma boa estruturação do programa e eficiência na disponibilização dos recursos e serviços aos beneficiários. No entanto, uma parcela menor, correspondente a 6,9%, considerou o acesso moderado, o que pode indicar a existência de desafios pontuais, como falhas na comunicação ou na organização dos processos de inscrição e acompanhamento.

O quadro 2 ilustra a distribuição dos projetos produtivos. De acordo com os dados, a avicultura foi a atividade com a maior participação, representando 36,2% dos projetos

desenvolvidos. Em seguida, vem a caprinovinocultura, com 33,62%, seguida pela suinocultura, que abrange 27,59% dos projetos. Por fim, a apicultura tem a menor participação, com apenas 2,59%.

Quadro 2- Eixo de inclusão produtiva: distribuição dos Projetos Produtivos (%)

Projeto Produtivo	Percentual (%)
Apicultura	2,59%
Avicultura	36,20%
Caprinovinocultura	33,62%
Suinocultura	27,59%

Fonte: Elaborado pela autora com base na pesquisa de campo (2024).

Os números revelam que a maior parte dos projetos está voltada para a avicultura e caprinovinocultura, enquanto a apicultura possui uma representatividade muito menor. A opção pela avicultura se deve à praticidade no manejo e na criação dos animais, tornando essa atividade mais viável. Por outro lado, os indivíduos que optaram por outros projetos explicaram sua escolha com base no fato de já desenvolverem essas atividades em suas propriedades. Observa-se também que os projetos produtivos contemplaram atividades que já faziam parte da cultura das famílias, a criação de galinhas e animais de pequeno porte, sendo, portanto, um apoio para o fortalecimento das atividades, já desenvolvidas pelos beneficiários.

Quadro 3- Dificuldades no âmbito da produção antes do PBSM

Fatores	Percentual (%)
Falta de Assistência Técnica	62,9%
Falta de Informação	51,79%
Falta de Tecnologia	34,49%
Falta de Insumo	29,31%
Dificuldade de Acesso a Políticas Públicas	2,6%

Fonte: Elaborado pela autora com base na pesquisa de campo (2024).

Apesar da familiaridade com as atividades, os beneficiários relataram algumas dificuldades em relação à produção, como pode ser observado no quadro 3 que apresenta as principais dificuldades enfrentadas antes do PBSM. A **falta de tecnologia** é indicada por 34,49% dos respondentes, o que mostra que, embora seja um desafio, não é o maior obstáculo. A **falta de assistência técnica** é mencionada por **62,9%**, destacando a necessidade de apoio especializado para a implementação eficaz das políticas, especialmente nas áreas de agricultura. Além disso, **51,79%** dos respondentes identificaram a **falta de informação**.

A escassez de informação está intimamente relacionada à carência de assistência técnica. Isso ocorre porque, sem a atuação de profissionais qualificados nas comunidades, fica complicado explicar e elucidar os procedimentos referentes ao acesso a políticas públicas e programas, além de outros aspectos essenciais para o desenvolvimento da produção. Na ausência desse apoio, os produtores encontram obstáculos para entender como aproveitar os recursos disponíveis e implementar práticas que possam aumentar a produtividade e a eficiência de suas atividades.

A **falta de insumos** é apontada por **29,31%**, indicando que a escassez de recursos essenciais, como sementes e fertilizantes, também representa uma grande barreira ao sucesso de políticas públicas voltadas ao desenvolvimento. Quando questionados sobre se o **PBSM** conseguiu eliminar as dificuldades enfrentadas pelas comunidades durante sua execução, **29,31%** dos respondentes afirmaram que o programa não conseguiu eliminar essas dificuldades. Por outro lado, **70,69%** indicaram que o PBSM foi eficaz em superar essas barreiras, sinalizando uma percepção positiva sobre o impacto do programa na melhoria das condições de vida e no acesso a políticas públicas. A grande maioria dos entrevistados (98,27%) afirmou que o recurso recebido pelo programa foi suficiente para promover uma mudança na organização produtiva de suas propriedades. Apenas 1,73% consideraram que os recursos não foram adequados para essa transformação. Quando questionados sobre a avaliação geral do programa, os beneficiários demonstraram satisfação: 93,10% consideraram o programa "bom", enquanto 6,04% o classificaram como "ótimo" e 0,86% como "regular". Esses resultados, apresentados no Quadro 4, indicam uma percepção amplamente positiva dos impactos do PBSM nas vidas dos agricultores familiares.

Nesse sentido o PBSM mostrou-se eficiente para garantir geração de renda na UF, contribuindo para reduzir, de fato a extrema pobreza no município. Para 97,4% das famílias houve aumento da renda da unidade familiar a partir da produção no estabelecimento, sendo que apenas 2,6% relataram que a renda gerada não foi suficiente. Além disso, 98,3% dos

entrevistados participaram de todas as etapas do programa. Em termos de continuidade das atividades após o encerramento do programa, 99,14% das unidades familiares conseguiram manter a atividade ativa.

O programa gerou uma influência positiva na produtividade das propriedades, com 99,14% dos participantes indicando um crescimento na produção. No entanto, o apoio à comercialização contínua sendo uma área que precisa de melhorias: apenas 25,86% dos entrevistados relataram que o programa lhes forneceu recursos para a venda de suas produções, enquanto 74,14% afirmaram não ter recebido esse tipo de assistência.

Quadro 4— Percepção dos beneficiários em relação aos resultados do PBSM: a efetividade do programa e os impactos na organização produtiva

Variável	Resultado
O recurso recebido foi suficiente para uma mudança na organização produtiva?	Sim: 98,27%; Não: 1,73%
Como avalia o Programa?	Bom: 93,10%; Ótimo: 6,04%; Regular: 0,86%
Além da EMATERCE, outra empresa de assistência técnica presta serviços na localidade?	Não: 75%; Sim: 25%
O programa conseguiu garantir renda suficiente para a família advinda da produção no estabelecimento?	Não: 2,6%; Sim: 97,4%
Participou de todas as etapas do Programa?	Não: 1,7%; Sim: 98,3%
Houve aumento da produtividade na propriedade através do programa?	Sim: 99,14%; Não: 0,86%
O programa ofereceu meios para venda da produção?	Não: 74,14%; Sim: 25,86%
A unidade familiar conseguiu dar continuidade à produção após o encerramento do programa?	Sim: 99,14%; Não: 0,86%
Em relação ao apoio municipal, houve empenho da gestão pública em estimular a produção e comercialização da produção local?	Não: 100%
Existe apoio efetivo da gestão municipal para o desenvolvimento e fortalecimento da agricultura familiar?	Não: 49,14%; Parcialmente: 36,21%; Sim, muito: 14,65%

Fonte: Elaborado pela autora com base na pesquisa de campo (2024).

Quando perguntados sobre o apoio da gestão pública municipal, 100% dos entrevistados afirmaram que não houve empenho da gestão em estimular a produção e comercialização da produção local. Essa falta de apoio municipal também se refletiu na percepção de apoio para o desenvolvimento e fortalecimento da agricultura familiar, com 49,14% relatando ausência de apoio efetivo, 36,21% apontando um apoio parcial, e apenas 14,65% reconhecendo um apoio "muito" efetivo.

O quadro 5 ilustra a distribuição percentual da faixa de renda atual dos beneficiários. Antes do programa PBSM, 100% das pessoas estavam na faixa de renda de até 1 salário-mínimo, evidenciando um cenário de extrema vulnerabilidade econômica. Com a implementação do programa, observou-se um avanço, uma vez que 46,6% dos indivíduos passaram a ter uma renda entre 1 e 2 salários-mínimos, enquanto 53,4% permaneceram na faixa de até 1 salário-mínimo.

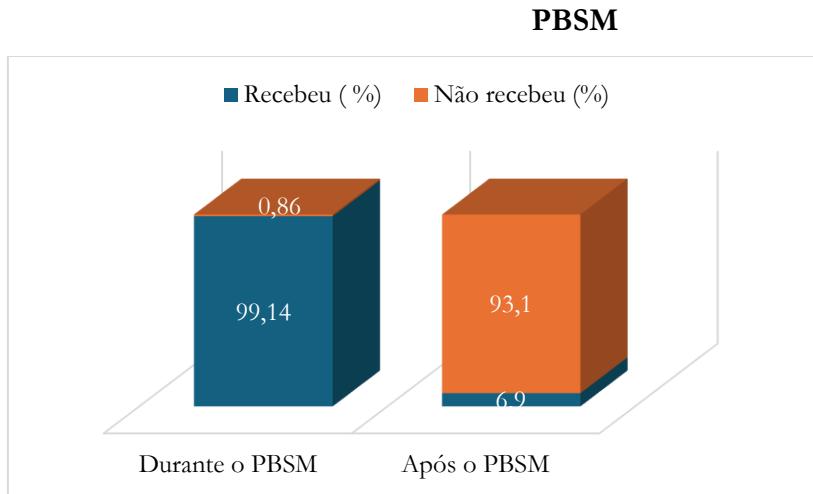
Quadro 5- Renda atual dos beneficiários

Faixa de Renda Familiar	Percentual (%)
Até 1 salário-mínimo	53,4%
Entre 1 e 2 salários-mínimos	46,6%

Fonte: Elaborado pela autora com base na pesquisa de campo (2024).

Em relação à assistência técnica recebida durante o programa, 99% dos beneficiários afirmaram terem recebido, já em relação à assistência técnica recebida após o término do programa, 93% afirmaram não terem recebido, como mostra o gráfico 4.

Gráfico 4- Assistência técnica na agricultura familiar: comparativo durante e após o PBSM



Fonte: Elaborado pela autora com base na pesquisa de campo (2024).

Nesse contexto é bastante evidente a descontinuidade do processo em relação à extensão rural, comprometendo o fortalecimento e sustentabilidade a médio e longo prazo da atividade produtiva implementada com o PBSM. Por outro lado, 97,5% dos beneficiários informaram que o técnico responsável foi capaz de repassar claramente as informações durante o período de vigência do programa. Em situações de solicitação, 100% dos entrevistados confirmaram que receberam a assistência necessária. No entanto, quando perguntados sobre a existência de outras empresas de assistência técnica atuantes na localidade além da EMATERCE, 75% responderam negativamente, sugerindo a oferta de uma única fonte de apoio técnico, o que dificulta o processo efetivo da extensão rural para os produtores.

Quanto ao impacto do programa na superação da pobreza de acordo com a percepção dos beneficiários, 98,27% dos entrevistados consideraram que o PBSM foi eficaz para melhorar suas condições de vida, enquanto 1,73% discordaram dessa afirmação. Os beneficiários que alegaram que o programa não conseguiu cumprir sua meta mencionam a ausência de suporte técnico, problemas de saúde, morte dos animais, insuficiência de recursos e desafios na venda da produção.

Em relação à sucessão nas propriedades, 93,10% dos beneficiários manifestaram o desejo de que seus filhos permaneçam no campo, evidenciando um efeito positivo na continuidade das atividades agrícolas familiares e no fortalecimento do vínculo com a terra. Por outro lado, os 6,90% que responderam negativamente justificaram sua posição argumentando que a atividade agrícola oferece poucas oportunidades e baixo rendimento, preferindo que seus filhos se dediquem aos estudos e escolham outra profissão.

Este artigo teve como objetivo analisar os efeitos econômicos e sociais do Programa Brasil Sem Miséria (PBSM), com ênfase no eixo inclusão produtiva, na vida dos beneficiários em Salitre/CE. Os resultados evidenciaram que o PBSM teve impactos positivos nos aspectos produtivos e organizacionais das propriedades rurais beneficiadas. A melhoria da renda, o aumento da produtividade e a continuidade das atividades após o encerramento do programa são indicadores do sucesso das ações implementadas.

No entanto, desafios persistem, especialmente no que diz respeito ao apoio à comercialização da produção, à ampliação do acesso a outras políticas públicas complementares e à atuação da gestão pública municipal no estímulo à agricultura familiar. A insuficiência de assistência técnica contínua e de investimentos em tecnologias apropriadas

também foram identificadas como barreiras para a consolidação de um desenvolvimento rural.

Conclui-se que o Programa Brasil Sem Miséria (PBSM) na concepção dos beneficiários desempenhou um papel relevante no fortalecimento da agricultura familiar em Salitre/CE, onde a maioria dos entrevistados considerou que o programa cumpriu seu papel contribuindo para melhorias nas condições sociais e produtivas dos beneficiários.

5 REFERENCIAS

BUAINAIN, Antônio Márcio et al. Agricultura familiar, agroecologia e desenvolvimento sustentável: questões para debate. 2005. Disponível em: Agricultura familiar, agroecologia e desenvolvimento sustentável: questões para debate (iica.int). Acesso em 13 de novembro de 2023.

GUANZIROLI, Carlos Enrique. Agricultura familiar e reforma agrária no século XXI. Editora Garamond, 2001. Disponível em: **AGRICULTURA FAMILIAR E REFORMA AGRÁRIA NO SÉCULO XXI** | Geo UERJ. Acesso em: 05 dezembro de 2023.

GIL, Antônio Carlos. Como classificar as pesquisas. Como elaborar projetos de pesquisa, v. 4, n. 1, p. 44-45, 2002. Disponível em: GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas, 2002.**— Maurício Façanha (ifrn.edu.br) Acesso em: 03 de outubro de 2023.

MORESI, Eduardo et al. Metodologia da pesquisa. **Brasília: Universidade Católica de Brasília**, v. 108, n. 24, p. 5, 2003.

MIRANDA, R. F. **Um Novo retrato da agricultura familiar do estado do Ceará**: a partir dos dados do censo agropecuário 2017. Viçosa-MG: IPPDS, UFV, 2021.

NAVARRO, Zander. A agricultura familiar no Brasil: entre a política e as transformações da vida econômica. **Agricultura Brasileira, desempenho, desafios e perspectivas. IPEA, Brasilia, 2010.**

OSORIO, Rafael Guerreiro; SOARES, Sergei Suarez Dillon; SOUZA, Pedro Herculano Guimarães Ferreira de. Erradicar a pobreza extrema: um objetivo ao alcance do Brasil. 2011. Disponível em: Repositório do Conhecimento do Ipea: **Erradicar a pobreza extrema: um objetivo ao alcance do Brasil**. 23 de fevereiro 2024.

PAES-SOUZA, Rômulo. Plano Brasil sem miséria: incremento e mudança na política de proteção e promoção social no Brasil. 2013.

IBGE. CENSO agropecuário 2017. Sidra: sistema IBGE de recuperação automática. Rio de Janeiro, [2020b]. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>. Acesso em: 25 de outubro de 2023.

RAMBO, José Roberto; TARSITANO, Maria Aparecida Anselmo; LAFORGA, Gilmar. Agricultura familiar no Brasil, conceito em construção: trajetória de lutas, história pujante. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v. 14, n. 1, 2016

SCHNEIDER, Sergio; NIEDERLE, Paulo André. Agricultura familiar e teoria social: a diversidade das formas familiares de produção na agricultura. **Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais.** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, p. 989-1014, 2008.

SOARES, I. F.; MELO, A. C. de; CHAVES, A. D. C. G. A AGRICULTURA FAMILIAR: Uma alternativa para o desenvolvimento sustentável no município de Condado – PB. **Informativo Técnico do Semiárido**, [S. l.], v. 3, n. 1, p. 56–63, 2010. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/INTESA/article/view/456>. Acesso em: 7 nov. 2023.



NÍVEIS DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO: UM ESTUDO PARA OS MUNICÍPIOS DO ESTADO DO CEARÁ, BRASIL

Helder Pita Rocha

Estudante do curso de doutorado em Economia Rural da Universidade Federal do Ceará.

Jayne Freires Ferreira

Estudante do curso de Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará

Milena Monteiro Feitosa

Estudante do curso de Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará

José de Jesus Sousa Lemos

Professor Permanente vinculado aos Programas de Pós-Graduação em Economia Rural e Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará. Pesquisador e Bolsista de Produtividade do CNPq.

RESUMO

Esta pesquisa tem como objetivo criar um Índice de degradação ambiental (IDA) capaz de indicar o estágio de devastação ambiental nos municípios cearenses de acordo com as evidências mostradas pelos Censos Agropecuários de 2006 e 2017. Foram utilizados dados de diversas fontes, como Censos Agropecuários de 2006 e 2017, MapBiomas e NOAA, foi utilizado uma Análise de Decomposição em Componentes Principais e, posteriormente, foi construído um IDA para verificar quais os municípios do Ceará que mais degradam o meio ambiente. Os resultados apontaram que quatro construtos apontaram as seguintes variáveis impactantes na degradação ambiental: Densidade de bovinos, Valor da produção agrícola animal, Cobertura vegetal, Valor da produção agrícola vegetal, EGEE, CV das pluviometrias, cicatriz de fogo e Áreas em recuperação. O índice de degradação ambiental ‘médio’ foi o predominante entre os municípios cearenses reconhecidos oficialmente como fazendo parte do semiárido brasileiro.

Palavras-chave:

Decomposição em Componentes Principais
Densidade de bovinos
Semiárido brasileiro
Cicatriz de fogo
Cobertura vegetal

LEVELS OF ENVIRONMENTAL DEGRADATION IN THE BRAZILIAN SEMIARID REGION: A STUDY OF MUNICIPALITIES IN THE STATE OF CEARÁ, BRAZIL

ABSTRACT

This research aims to create an Environmental Degradation Index (IDA) capable of indicating the stage of environmental devastation in the municipalities of Ceará according to the evidence shown by the 2006 and 2017 Agricultural Censuses. Data from various sources were used, such as the 2006 and 2017 Agricultural Censuses, MapBiomass and NOAA, a Principal Components Decomposition Analysis was used and, subsequently, an IDA was constructed to verify which municipalities in Ceará degrade the environment the most. The results showed that four constructs indicated the following variables impacting on environmental degradation: Cattle density, Value of animal agricultural production, Vegetation cover, Value of plant agricultural production, EGE, CV of rainfall, fire scar and Areas under recovery. The 'medium' environmental degradation index was the predominant one among the municipalities in Ceará that are officially recognized as being part of the Brazilian semi-arid region.

Keywords:

Principal component decomposition
Cattle density
Brazilian semiarid
Fire scar
Vegetation cover

1 INTRODUÇÃO

A degradação ambiental refere-se ao processo de esgotamento dos recursos naturais, à poluição e deterioração dos componentes da natureza, sejam bióticos ou abióticos, como água, ar, solo, fauna, flora e biodiversidade, com impactos negativos nos ecossistemas e no bem-estar humano. Essa degradação pode ser causada por atividades humanas, como desmatamento, práticas agrícolas, processos erosivos e exploração excessiva de recursos, ou por eventos naturais extremos, como as secas (Brasileiro, 2009).

Reforçando o entendimento conceitual do que vem a ser degradação ambiental, Lemos (2012), enfatiza que degradação ou depredação do meio ambiente implica uma redução potencial da disponibilidade de ativos produtivos por um processo ou por uma combinação deles atuando sobre os recursos naturais. Esses processos incluem erosões provocadas pela água (chuvas torrenciais, por exemplo) ou pelos ventos, além de sedimentações ocasionadas por esses mesmos agentes. Também envolvem a redução, a longo prazo, da diversidade da vegetação natural e da fauna silvestre, bem como a salinização e solidificação do solo.

Fica assim caracterizado o processo de degradação do meio ambiente, como a resultante de ações antrópicas ou de fenômenos naturais, conforme se assimila nos conceitos apresentados, afetando diretamente um contingente muito grande de seres humanos: os pobres que migraram e continuam migrando para outras cidades em busca de promover atividades econômicas para atender suas necessidades.

Conforme estabelecido na última delimitação feita pelo Conselho Deliberativo da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), em janeiro de 2024, no

Ceará, 175 dos seus 184 municípios (95,1%) foram reconhecidos como fazendo parte do semiárido brasileiro.

O clima semiárido possui características marcantes, como: a variabilidade espacial e temporal das chuvas, frequentemente concentradas entre os meses de fevereiro a maio de cada ano. Assim, as instabilidades pluviométricas são a regra predominante nesse clima, um fator importante que, ao longo dos anos, causa degradação dos recursos naturais e afeta sobretudo o solo devido à alta evaporação e às altas temperaturas. Da mesma forma, tem efeito sobre a qualidade das águas armazenadas nos reservatórios hídricos em períodos de estiagens (Lessa *et al.*, 2024; Mendonça Júnior *et al.*, 2024).

Aquino *et al.* (2017) sintetiza que, no semiárido, a forte instabilidade dos meios é caracterizada pela predominância da morfogênese na dinâmica natural, sendo todos os outros elementos a ela subordinados. Nesse contexto, esses ambientes são marcados por eventos catastróficos de consequências imediatas, como as erupções vulcânicas ou, em casos mais condizentes com a realidade brasileira, episódios de chuvas torrenciais no semiárido. Tais eventos resultam em uma grande perda de solos por meio das enxurradas, que, por sua vez, acarreta a perda de fertilidade, formação de ravinhas e voçorocas, além da ocorrência de movimentos de massa.

Posto isso, os municípios cearenses estão inseridos, em quase sua totalidade, no recorte geográfico do semiárido, o que já justifica a importância de mensurar os níveis de degradação ambiental da área agregada desses municípios e de retratar o atual quadro ambiental. Tal análise é fundamental para subsidiar e orientar medidas de planejamento voltadas à definição das formas mais adequadas de desenvolver atividades econômicas compatíveis com essa realidade, de modo a atender às necessidades da população local.

Com fundamentação em Aquino (2017), pode-se afirmar que a área dessas municipalidades e, consequentemente, suas populações configuram-se como uma zona de sacrifício, onde há uma exposição diferenciada frente aos riscos de algum tipo particular de perigo. Nesse sentido, o estudo buscará identificar quais os fatores que, proporcionalmente, mais potencializam para a intensificação da degradação ambiental no estado do Ceará, podendo ser considerado excepcionalmente os municípios inseridos no semiárido.

Especificamente, esta pesquisa tem como objetivo mensurar um Índice de Degradação Ambiental (IDA) capaz de indicar o estágio de devastação ambiental nos municípios cearenses. A partir desse índice, torna-se possível identificar quais municípios do estado do Ceará apresentam os maiores indícios de estarem em processo de desertificação. Dessa maneira, essa pesquisa pode oferecer subsídios relevantes para análises mais

aprofundadas sobre as especificidades dos recursos naturais nas localidades com os níveis mais críticos de degradação ambiental.

Além dessa seção introdutória, o artigo contempla na seção 2 o referencial teórico referente ao teor da pesquisa. A seção 3 engloba os procedimentos metodológicos, incluindo a descrição da base de dados e o método de análise aplicado. Posteriormente, na seção 4, serão expostos a discussão dos resultados e, por fim, são realizadas as considerações finais deste estudo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Os problemas enfrentados pela população residente no semiárido cearense (clima predominante em 95,1% dos municípios do Estado do Ceará) são decorrentes, sobretudo, das instabilidades climáticas dessa região, do não uso de tecnologias adequadas e adaptadas às características climáticas e ao seu bioma (Caatinga) ali predominantes, o que o deixa vulnerável à degradação ambiental, atingindo diretamente seus habitantes. Ao se focar na produção agropecuária do semiárido do Ceará, nota-se grandes obstáculos associados a um conjunto de fatores que favorecem a depreciação da base de recursos naturais dessa área e que dificultam ou até inviabilizam a produção de bens agrícolas em parcela considerável dos municípios.

De acordo com a Lei nº 6.938/81, que institui a Política Nacional do Meio Ambiente, essa depreciação é considerada uma adversidade de natureza negativa, sendo conceituada na legislação como degradação ambiental (Meneguzzo; Chaicouski, 2010). Diante disso, há fatores que interligados favorecem essa adversidade negativa. Segundo Lemos (2001), destaca-se “o elevado nível de concentração fundiária, que reflete a forma como a terra está distribuída e apropriada no Estado do Ceará.”

Esse fator é explicitado pelos dados do Censo Agropecuário de 2006 que revelam que 67,6% dos estabelecimentos agrícolas do estado têm área menor do que 10 hectares e ocupam apenas 6,7% da área total dos estabelecimentos. Ademais, menos de meio por cento (0,2%) do total dos estabelecimentos possuem área maior que 1.000 hectares, ocupando 18,7% do total das áreas dos estabelecimentos. Tal padrão foi verificado no censo agropecuário de 2017, que mostrou que os estabelecimentos de menor porte representavam 72,2% do total, mas ocupavam apenas 8,4% da área. Em contrapartida, os maiores estabelecimentos correspondiam a apenas 0,1% do número total, mas concentravam 14,9% da área total.

Essa realidade tem como consequência a concentração de famílias em pequenas unidades ou minifúndios, o que gera uma sobrecarga na base de recursos naturais. Por outro lado, nas unidades produtivas maiores se observa a substituição do revestimento natural por áreas com pastagens (naturais e/ou plantadas) ou por áreas de monoculturas, as quais geram impacto relevante na paisagem natural, produzindo efeitos sobre a flora e sobre a fauna nativas (Lemos, 2001). Essa substituição do revestimento natural tem nome certo quando se estuda degradação ambiental, trata-se do desmatamento. Conforme o *National Geographic* (2024), “desmatamento é a conversão de florestas em outros usos da terra, que podem ou não ser causados pela atividade humana”.

Esse aspecto é conhecido por Lemos (2001) como a eliminação da cobertura vegetal natural, tanto nos pequenos estabelecimentos quanto nos grandes. Adicionalmente, essa vegetação ainda é utilizada como uma das principais fontes de energia no Estado, tanto na forma de lenha quanto na forma de carvão vegetal. Corroborando essa afirmação, informações da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua Anual do IBGE (2023) aponta que 23,1% dos domicílios do Ceará utilizam a lenha como combustível para preparar os alimentos. O resultado líquido dessa complexa interação do homem com ecossistemas extremamente frágeis é a degradação dos recursos naturais a uma taxa bastante elevada.

Destaca-se, também, o fator instabilidade climática decorrente de períodos de estiagem prolongados, bem como de elevadas temperaturas. Embora o estado normalmente apresente um nível de precipitação de chuvas relativamente reduzido, sobretudo no semiárido que ocupa 86,5% do seu território (IPECE, 2010), esse problema não é considerado crucial, haja vista que nas últimas décadas ocorreu um avanço no desenvolvimento de tecnologias que permitem uma convivência produtiva com essa situação (SDA, 2022). Diante do exposto, o problema do estado, nesse contexto de precipitação das chuvas, pode ser sintetizado à forma irregular com que as chuvas se distribuem na área do semiárido, tanto temporal como espacial.

O quarto fator responsável pela degradação dos recursos naturais é a forma como as atividades agrícolas são conduzidas (Lemos, 1999), ou, conforme denominam Peixoto *et al.* (2012), o manejo inadequado dos agroecossistemas. Por vezes, são observadas práticas de pequenos produtores (proprietários ou não proprietários das terras em que trabalham) explorando o solo intensivamente. Esse exemplo de exploração ocorre devido a poucas alternativas econômicas para famílias dependentes da terra (Lemos, 1999). Nesse sentido, o

baixo nível de fertilidade natural predominante nos municípios cearenses desaparece rapidamente, sem reposição (IPECE, 2010).

Em contrapartida, no setor dito “moderno” de produção agropecuária cearense, observa-se o uso exaustivo de capital nas suas diferentes formas, tais como equipamentos mecânicos de irrigação e agroquímicos em geral. Esses dois instrumentais associados aos ventos provocam a erosão dos solos. Por sua vez, o uso intensivo de fertilizantes e corretivos químicos também contribui para a degradação dos solos, especialmente no semiárido. No caso do Ceará, é importante considerar as especificidades do bioma Caatinga, cujos solos, em geral, não possuem capacidades físicas e químicas para absorver os produtos citados nas quantidades que seriam requeridas para a reposição da fertilidade (Duque, 1980).

A utilização de pesticidas contribui com a eliminação de predadores de pragas e dos patógenos causadores das doenças às plantas, bem como parte expressiva da fauna natural, afetando de maneira drástica o equilíbrio dos ecossistemas do semiárido. Dessa forma, destroem a capacidade do ambiente de se proteger. O quinto fator de degradação ambiental refere-se às queimadas. A literatura acadêmica é vasta em estudos sobre os efeitos do fogo nos biomas Cerrado, Amazônia e Mata Atlântica. Contudo, essa pesquisa abordará os impactos negativos desse fenômeno contemplando o semiárido cearense, inserido no bioma da Caa-tinga.

Conforme Sarmento e Andrade Neto (2024), o fogo na caatinga, em anos recentes, é fruto do desmatamento pela busca de terras para o manejo agrícola e pecuários, o que tem danificado esse ecossistema na forma de desertificação. Feitosa e Lemos (2025a) destacam que, nas últimas quatro décadas, as queimadas afetaram principalmente a vegetação nativa da Caatinga, especialmente as formações savânicas, com recorrência significativa. Segundo os autores, 12,7% desse bioma foi queimado mais de uma vez, e, em média, 481,6 mil hectares são atingidos pelo fogo a cada ano. Essa prática resulta na formação de cicatrizes, evidências visíveis da degradação causada pela ação antrópica. Tais marcas expõem o solo aos efeitos da chuva e do sol, favorecendo processos como a erosão hídrica e eólica, além de intensas variações térmicas entre o dia e a noite (Capeche, 2012).

Por fim, destacam-se os efeitos degradantes decorrentes da emissão dos gases de efeito estufa (GEE). Embora o efeito estufa seja essencial para a manutenção da vida na Terra, pois contribui para a redução da amplitude térmica entre o dia e a noite, sua intensificação tem gerado preocupações ambientais. Como diz a máxima, 'tudo em excesso faz mal'. Esse fenômeno ocorre devido à presença de diversos gases na atmosfera, especialmente o vapor d'água e o dióxido de carbono (CO₂). O que se observa atualmente é

o aumento da concentração desses gases, intensificando o efeito estufa em comparação aos níveis registrados em décadas anteriores.

Segundo Lemos (2012), esses gases, sobretudo do CO₂ são produtos antrópicos da sociedade contemporânea, onde se sobressai a sua parcela afortunada, pois gera mais EGEE sob forma de lixo e poluição das sobras do seu excesso de consumo. Outro gás de efeito estufa é o metano (CH₄) que tem na digestão bovina sua fonte principal, e isso está intimamente relacionado com as atividades agropecuárias. O fato é que o efeito estufa, antes benéfico, tem provocado atualmente uma série de adversidades, como o aumento das temperaturas em determinadas regiões, alterações no clima e a ocorrência de fenômenos climáticos extremos. De acordo com dados da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (CQNUMC) (Biato, 2005), tais adversidades contribuem diretamente para a degradação dos recursos naturais.

Posto isso, parte-se da hipótese de que os fatores responsáveis pela degradação ambiental atuam com intensidades distintas nos municípios cearenses, variando desde as áreas mais críticas do semiárido até as regiões subúmidas localizadas ao longo do litoral. Observa-se, inclusive, que em municípios situados em áreas menos secas podem ocorrer níveis de degradação mais intensos do que em determinadas zonas semiáridas do estado, mesmo estas apresentando condições climáticas mais adversas. Essa situação é atribuída, especialmente, à ação antrópica, impulsionada pela pobreza das famílias que dependem da terra como principal meio de subsistência, além do avanço da conversão da cobertura vegetal em áreas destinadas à agricultura, tanto permanente quanto temporária.

3 METODOLOGIA

Esta parte é destinada a descrição da base de dados e dos procedimentos metodológicos, onde incluem método de análise por componentes principais e a construção do índice de degradação ambiental.

3.1 Base de dados

A presente pesquisa utiliza dados secundários advindos das seguintes fontes principais nos anos de 2006 e 2017: o Censo Agropecuário; o MapBiomas; o SEEG (Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa); e o NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*).

As variáveis selecionadas buscam captar os principais fatores relacionados ao índice de degradação ambiental nos municípios do estado do Ceará para os anos analisados. As variáveis extraídas do Censo Agropecuário, tem informações sobre uso da terra, densidade do rebanho bovino, produção agrícola vegetal e animal. Essas variáveis refletem as transformações na atividade agropecuária que podem influenciar diretamente na degradação ambiental. A cobertura vegetal, as áreas com cicatrizes de fogo e aquelas em recuperação foram obtidas via MapBiomass, permitindo avaliar mudanças no uso do solo e a presença de distúrbios ambientais relevantes. As emissões de GEE propriamente ditas foram obtidas do SEEG, enquanto os coeficientes de variação das chuvas, usados como indicadores climáticos, foram calculados com base nos dados da NOAA, comparando a variabilidade entre os dois anos.

Posteriormente, foi construído um índice baseado na razão entre os valores observados nos anos de 2017 e 2006. Essa razão permite identificar se houve aumento ou redução de cada variável entre os anos, de modo que, quando a razão é maior que 1, indica crescimento e valores inferiores a 1 apontam para uma diminuição. Essa lógica foi aplicada para todas as variáveis construídas no Quadro 1, permitindo uma análise comparativa padronizada entre os municípios. Por fim, vale ressaltar que todos os valores nominais anuais foram deflacionados utilizando o Índice Geral de Preços – disponibilidade interna (IGP-DI) da Fundação Getúlio Vargas para o ano de 2024.

Quadro 1 – Descrição das variáveis

Variáveis	Hipótese	Descrição	Fontes
Cobertura vegetal	-	Áreas com lavouras permanentes, temporárias, com florestas nativas ou plantadas / área total dos estabelecimentos	Censo agropecuário
Densidade bovinos	+	Quantidade do efetivo bovino / áreas dos estabelecimentos com pastagens naturais e/ou cultivadas	Censo agropecuário
VPAV	-	Valor da produção agrícola vegetal / área cultivada com lavouras permanentes e temporárias	Censo agropecuário
VPAA	-	Valor da produção agrícola animal / área de pastagens nativas e plantadas;	Censo agropecuário
Cicatrizes de fogo	+	Área com cicatrizes de fogo / área total do estabelecimento	MapBiomass
Áreas em recuperação	-	Áreas em Recuperação / Áreas totais dos estabelecimentos	MapBiomass

EGEE	+	Emissão de gases do efeito estufa	SEEG
Pluviometria	-	Pluviometria em milímetros	NOAA
CV das pluviometrias	+	Coeficiente de variação (CV) das pluviometrias de 1901 até 2006 / Coeficiente de variação (CV) das pluviometrias de 1901 até 2017	NOAA

Fonte: Elaborado pelos autores.

Ademais, recorreu-se à estatística descritiva para sintetizar e descrever as características principais observadas no conjunto de dados por meio de tabelas e medidas de resumos, o que nos permite ter melhor compreensão do comportamento dos dados em análise (Fávero *et al.*, 2009). No presente artigo, serão estimados as médias aritméticas, desvios-padrão, valores mínimos e máximos.

3.2 Análise Fatorial por Componentes Principais

Os procedimentos técnicos da análise fatorial são essenciais quando se busca trabalhar com variáveis que apresentam, entre si, coeficientes de correlação relativamente elevados, visando estabelecer novas variáveis que representem o comportamento conjunto das variáveis originais. Dentre os métodos para a determinação dos fatores, o mais usual é conhecido como componentes principais, uma vez que é baseado na hipótese de que podem ser extraídos fatores não correlacionados a partir de combinações lineares das variáveis originais. Portanto, isso permite que seja estipulado outros conjuntos de variáveis, denominada de fatores, que resultam na combinação linear do primeiro conjunto (Fávero, 2009).

A partir disso, uma quantidade substancial de valores inferiores a 0,30 é um indício preliminar de que a análise fatorial poderá ser inapropriada (Hair *et al.*, 2009). Nesse contexto, a noção de que as variáveis originais são correlacionadas e que podem ser demonstradas por combinações lineares, matematicamente, tem-se a matriz das variáveis X_1, X_2, \dots, X_p . O objetivo é encontrar p combinações dessas variáveis:

$$\varphi_1 = \gamma_{11}X_1 + \gamma_{12}X_2 + \cdots + \gamma_{1p}X_p$$

$$\varphi_2 = \gamma_{21}X_1 + \gamma_{22}X_2 + \cdots + \gamma_{2p}X_p$$

⋮

$$\varphi_p = \gamma_{p1}X_1 + \gamma_{p2}X_2 + \cdots + \gamma_{pp}X_p$$

em que: X_j são as variáveis originais; φ_i são os componentes principais; e y_{ij} equivale ao peso da variável j no componente principal i .

Em síntese, a decomposição por componentes principais, atribuem: os autovetores, que são equivalentes ao número de variáveis; os autovalores, isto é, as raízes latentes, que são as cargas fatoriais que simbolizam a variância explicada pelo fator; a matriz de covariância, que constitui na variância comum para cada par de variáveis; e a matriz de cargas, que explica a correlação das variáveis originais com o fator gerado durante o processo.

A Análise Fatorial (AF) comprehende algumas etapas. Segundo Fávero e Belfiore (2017), estas são decompostas em: ajustamento da análise fatorial, por meio da verificação da matriz de correlações e adequações do emprego da AF; extração dos fatores; rotação dos fatores; e interpretação dos fatores. Na realização da AF se faz necessário, de início, verificar a adequação dos dados no modelo. Para tal finalidade, neste estudo serão realizados os testes de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e da esfericidade de Bartlett.

A estatística KMO estabelece uma proporção de variância considerada comum a todas as variáveis na amostra, de modo que essa estatística varie de 0 a 1. Dito isso, valores mais próximos de 1 sugerem que as variáveis compartilham um percentual de variância bastante elevado (correlações de Pearson altas), valores mais próximos de 0 são decorrentes de correlações de Pearson baixas entre as variáveis, o que pode indicar que a análise fatorial será inadequada (Fávero, 2009). Mais precisamente, os valores do KMO abaixo de 0,5 tornam inadequado o emprego da técnica de análise fatorial.

Ainda na concepção de Fávero (2009), o teste de esfericidade de Bartlett equipara a matriz de correlações observada com uma matriz identidade de mesma dimensão. Caso as diferenças entre os valores correspondentes fora da diagonal principal de cada matriz não sejam estatisticamente diferentes de 0, a determinado nível de significância, poder-se concluir que não há correlações suficientes entre as variáveis, tornando inadequada a aplicação da análise fatorial. Se acaso for hipótese nula (H_0 : a matriz de correlações de uma matriz identidade), será acatada, implica resultando em que as variáveis originais não estão correlacionadas e, nessa situação, o emprego da análise fatorial será inapropriado. Se, entretanto, a hipótese nula não for aceita, sinalizará que há correlações significativas entre as variáveis observadas (Fávero; Belfiore, 2017).

No critério de escolha da quantidade dos fatores, são levados em consideração apenas os construtos correspondentes a autovalores maiores do que 1 (um). Este é comumente utilizado e conhecido por critério da raiz latente ou critério de *kaiser*. Qualquer fator

individual deve explicar a variância de, pelo menos uma variável, se ele há de ser mantido para a interpretação. Com análise de componentes, cada variável contribui com o valor 1(um) do autovalor. Assim, somente os fatores que têm raízes latentes ou autovalores maiores do que 1(um) são considerados significantes. Ou seja, os fatores com raízes menores são ditos insignificantes e são descartados (Fávero, Belfiore, 2017).

Após a definição do número de fatores, o próximo passo é decidir que técnica será utilizada para o cálculo das cargas fatoriais. Essa é a chamada extração de fatores. Existem várias técnicas para extrair construtos. Conforme Fávero e Belfiore (2017), o método para extração de fatores, conhecido como componentes principais, no qual o primeiro fator F_1 , formado pela maior percentual de variância pelas variáveis observadas é também chamado de fator principal. Tal método é amplamente referenciado na literatura e utilizado na prática quando o pesquisador tem a intenção de fazer uma redução estrutural para a obtenção de variáveis latentes ortogonais, e até mesmo no sentido de averiguar a validade de fatores anteriormente estabelecidos.

O método dos componentes principais é um dos mais comuns e produz combinações lineares das variáveis originais que sejam independentes entre si e explicam o máximo de variabilidade dos dados. A primeira componente explica a maior parte dessa variância, a segunda é a que possui o segundo maior poder de explicação, e assim por diante. Juntas, todas as componentes explicam toda a variabilidade dos dados (Matos; Rodrigues, 2019). Segundo Maroco (2003), a solução fatorial encontrada para o modelo de AF nem sempre é interpretável. Os pesos fatoriais das variáveis nos fatores comuns são tais que não é possível atribuir um significado empírico para os construtos extraídos. Assim sendo, busca-se, por meio da rotação de fatores, produzir uma solução mais interpretável.

Na rotação fatorial ortogonal, cada fator é independente (ortogonal) em relação a todos os outros, ou seja, correlação entre eles é assumida como sendo zero (Hair, 2005, *apud*, Matos; Rodrigues, 2019). O termo ortogonal significa não relacionado, não existe correlação entre os fatores. Assim, os construtos são mantidos independentes durante a rotação, isto é, os eixos são perpendiculares (Matos; Rodrigues, 2019). O mais aplicado dos métodos de rotação é o *Varimax*, sua principal finalidade é diminuir a quantidade de variáveis com elevadas cargas em um dado construto através da redistribuição das cargas fatoriais e maximizar a variância compartilhada em variáveis latentes correspondentes a autovalores mais baixos (Fávero; Belfiore, 2017).

Na concordância com Matos e Rodrigues (2019), a rotação ortogonal por *Varimax* tenta maximizar a dispersão das cargas dentro dos fatores. Assim, esse método carrega menos

variáveis originais em cada construto, conduzindo a grupos de fatores mais interpretáveis. *Varimax* intenta evitar que uma grande quantidade de variáveis originais reúna cargas altas em único fator. Portanto, foi aplicado esse método neste artigo com o intento de dar melhor clareza aos resultados.

3.3 Índice de Degradação Ambiental

Inicialmente, havia algumas opções para tomar a decisão de como calcular o IDA. Uma dessas seria estabelecer arbitrariamente que cada indicador tinha o mesmo peso na sua elaboração. Esta escolha foi prontamente descartada porque pode suscitar críticas acerca da magnitude desses pesos arbitrários, pois é sempre provável que cada indicador tenha ponderação distinta na formatação do índice. A segunda opção seria buscar a magnitude dos pesos mediante procedimentos determinísticos ou aleatórios. Entre os processos determinísticos, podem ser empregados métodos de programação linear. Entre os processos estocásticos, aplicam-se métodos de análises de regressão ou análise fatorial.

Nesta pesquisa, optou-se pelo uso deste último instrumento, pressupondo-se que as variáveis envolvidas são todas aleatórias e que há elevado correlação entre si. Havendo correlação entre as variáveis, o método de programação linear não se aplica. Além disso, a soma dos efeitos individuais não é igual ao efeito total, justamente em virtude das correlações. Este é um dos fundamentos do método de análise fatorial. Optou-se pela decomposição em componentes principais (Maroco, 2003; Hair *et al.*, 2005; Fávero *et al.*, 2009).

Com vistas a verificar o nível de degradação ambiental nos estabelecimentos produtivos dos municípios pesquisados do estado do Ceará, optou-se pelo cálculo do índice com base no emprego da Análise Fatorial (AF), dada a explicação anteriormente apresentada. São muitos os trabalhos acadêmicos que utilizam essa técnica multivariada na mensuração de índices (Lemos, 2001; Lemos; Bezerra, 2019; Bezerra, 2022; Moura; Campos, 2023). Assim, de acordo com os propósitos adotados na experimentação e no embasamento teórico referente à aplicação da análise fatorial, procedeu-se com amparo nessa técnica estatística, à elaboração de um instrumento capaz de medir o grau de degradação ambiental nos estabelecimentos dos municípios pesquisados, denominando-se de Índice de Degradação Ambiental (IDA).

Com fundamento na matriz de escores fatoriais obtida por meio da equação 1 (Monteiro; Pinheiro, 2004), mensuraram-se os índices propostos na investigação. O cálculo

desses índices resultou da soma dos escores ponderadas pela proporção da variância explicada representada por fator:

$$EF = A^t \cdot R^{-1} \cdot X^t \quad (1)$$

em que EF é matriz dos escores fatoriais; A^t é a transposta da matriz das cargas fatorais; R^{-1} é a matriz inversa da correlação; e X^t a transposta da matriz dos dados originais padronizados.

Com a finalidade de evitar que os altos escores negativos elevem a magnitude dos índices associados aos municípios pesquisados, é adequado inseri-los no primeiro quadrante (Lemos, 2001), conforme a expressão que segue:

$$F_{ji} = (F_j - F_{min}) / (F_{max} - F_{min}) \quad (2)$$

onde F_{ji} é o escore fatorial padronizado do i-ésimo fator estimado para o j-ésimo município; F_{max} escore fatorial máximo do i-ésimo fator; e F_{min} escore fatorial mínimo do i-ésimo fator. O F_{ji} está disposto de tal modo que os índices mensurados na pesquisa variam entre 0 e 1. Dessa forma, o valor do índice estimado será tanto menor, quanto mais próximo de 0 for seu valor, em contrapartida, será tanto maior, quanto mais próximo de 1 for o seu valor.

O Índice de Degradação Ambiental, mensurará a degradação dos recursos naturais nos municípios pesquisados no estado do Ceará:

$$IDA_j = \frac{\sum_{i=1}^n w_i F_{ji}}{\sum_{i=1}^n w_i}. \quad (3)$$

sendo que: IDA_j é o Índice de degradação ambiental; w_i corresponde ao percentual da variância explicada pelo fator i ; $(w_i / \sum_{i=1}^n w_i)$ é percentual da variância total explicada pela soma de todos os fatores; F_{ji} é o escore padronizado pelo j-ésimo município, do i-ésimo fator; $i = 1, \dots, n$ (componentes principais); e $j = 1, \dots, 184$ (municípios do Ceará).

Em relação aos números do Índice IDA mostrado na equação acima, eles oscilam entre zero e um ($0 \leq IDA_j \leq 1$), visto que quanto mais próximo de 1 maior o estágio de degradação do ambiente dos municípios cearenses. Em contrapartida, quanto mais próximo de 0, menor o grau de degradação ambiental no município j.

A fim de melhor interpretar o grau de degradação ambiental nos municípios cearenses, este foi classificado em quatro níveis de degradação (baixo, médio, alto e muito alto) conforme os valores obtidos pelo índice representado pela expressão (3). Assim sendo, atribuiu-se os limites para sua classificação, de acordo com intervalos determinados com base na média e no desvio-padrão (δ), agrupando-os em três degraus, conforme o quadro 2. Lembrando que neste estudo foi adotado a ideia de que, quanto mais próximo de 1, maior o grau de degradação ambiental nos municípios avaliados.

Quadro 2 – Intervalos de classificação dos municípios pesquisados do Ceará quanto ao IDA, em relação ao IDA médio (M) e o desvio padrão (δ)

Nível de degradação ambiental	Intervalos
Muito Alto	$IDA \geq (M + 0,5 * \delta)$
Alto	$M < IDA < (M + 0,5 * \delta)$
Médio	$(M - 0,5 * \delta) < IDA \leq M$
Baixo	$IDA \leq (M - 0,5 * \delta)$

Fonte: Elaborado pelos autores.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção tem a finalidade de destacar os principais resultados encontrados com aplicabilidade dos métodos propostos. De início, tem-se as evidências iniciais por meio da estatística descritiva; em sequência, os achados da análise dos componentes principais; e, por fim, os resultados do IDA.

4.1 Estatística descritiva

A Tabela 1 apresenta as evidências iniciais das variáveis ambientais agropecuárias que influenciam a degradação ambiental. A estatística descritiva relata a média, desvio padrão, e os valores mínimos e máximos relacionados a razão dos anos de 2017 e 2006. Analisando as variáveis individualmente, a variável de cobertura vegetal apresentou média 0,828 e desvio padrão 0,320, apontando níveis moderados de vegetação nas áreas estudadas. Já a densidade de bovinos esboçou média de 1,320 e desvio de 1,486, mas com valores muito discrepantes

entre municípios, com casos de densidades bastante elevadas, o que pode estar relacionado à sobrecarga dos ecossistemas locais.

As variáveis de produção agropecuária, como VPAV e VPAA, apresentam médias de 1,159 e 3,527, respectivamente, ambas acompanhadas de altos desvios padrão (1,503 e 3,794). Os valores mínimos e máximos indicam que há municípios com produção expressiva enquanto outros têm produção quase insignificante. Em seguida, as cicatrizes de fogo, com média de 1,206 e desvio de 1,987, reforça a ideia de que as queimadas estão presentes de forma desigual no território, podendo ser reflexo de práticas agrícolas predatórias ou de eventos climáticos extremos.

A variável áreas em recuperação apresentou uma média de 8,984 e desvio padrão de 12,272, apresenta um valor máximo elevado 73,761. Da mesma forma, a EGEE também sinalizou uma grande variação entre os municípios, com valores indo de 0,028 até 7,457, o que possivelmente reflete diferenças nas atividades agropecuárias e no uso da terra. Por sua vez, coeficiente de variação da pluviometria demonstrou média de 0,988, com baixa dispersão. Isso indica que, apesar das diferenças produtivas e ambientais, os municípios compartilham de um regime de chuvas semelhante, característico do semiárido.

Tabela 1 – Estatística descritiva

Variáveis	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Cobertura vegetal	0,828	0,320	0,172	2,087
Densidade bovinos	1,320	1,486	0,109	13,914
VPAV	1,159	1,503	0,027	14,329
VPAA	3,527	3,794	0,103	30,704
Cicatrizes de fogo	1,206	1,987	0	13,226
Áreas em recuperação	8,984	12,272	0	73,761
EGEE	1,232	1,099	0,028	7,457
CV das pluviometrias	0,988	0,012	0,963	1,012

Fonte: Valores estimados a partir dos dados da pesquisa.

Em resumo, o comportamento dos dados evidencia a diversidade dos municípios do estado do Ceará, especialmente no que se refere ao uso do solo e intensidade das atividades agropecuárias. Essas informações são importantes para análises mais robustas, como a análise factorial, que poderá identificar padrões subjacentes e construir indicadores capazes de resumir a realidade multivariada de forma mais objetiva. Em sequência, realiza-se a construção do índice de degradação ambiental para identificar os municípios que mais degradam.

4.2 Resultado da Análise de Decomposição em Componentes Principais

O panorama destacado na Tabela 2 indica os resultados da matriz de componentes depois de ter sido feito a sua rotação ortogonal bem como as comunalidades das variáveis analisadas, com base na decomposição em quatro componentes. A adequação da análise factorial foi verificada por meio do teste de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e do teste de esfericidade de Bartlett. Nesse contexto, o valor KMO de 0,506 indica uma adequação aceitável, embora crítica, enquanto o teste de Bartlett apresentou um Qui-quadrado aproximado de 71,33, enfatizando que as correlações entre as variáveis são significativas, o que reforça continuidade da análise factorial.

A matriz de componentes rotacionados foi adquirida por meio da Análise de Componentes Principais (ACP) com rotação *Varimax* e normalização de Kaiser. Observa-se que os carregamentos fatoriais indicam a relação predominante de cada variável a um fator específico. Diante disso, a variável *Densidade de bovinos* e o *Valor da produção agrícola animal* estão fortemente associados ao Componente 1, com cargas de 0,866 e 0,867, respectivamente, sugerindo um fator relacionado à atividade pecuária.

Já o Componente 2 está relacionado à *Cobertura vegetal* (-0,745) e ao *Valor da produção agrícola vegetal* (0,654), representando um fator de uso do solo ou pressão agrícola sobre a vegetação. O Componente 3 delineia uma elevada carga na variável EGEE (0,836) e em *CV das pluviometrias* (0,614), sinalizando um possível fator climático ou de variabilidade ambiental. Enfim, o Componente 4 agrupa as variáveis de *Cicatrizes de fogo* (0,779) e *Áreas em recuperação* (0,660).

Tabela 2 – Resultados da decomposição das variáveis originais em quatro componentes obtidos depois da rotação ortogonal

Variáveis	Matriz de Componentes pós-rotação ortogonal				Comunalidades	
	1	2	3	4	Inicial	Extraída
Cobertura vegetal	0,077	-0,745	-0,061	0,068	1,000	0,569
Densidade bovinos	0,866	0,043	0,000	0,003	1,000	0,752
Cicatrizes de fogo	0,008	-0,224	-0,075	0,779	1,000	0,663
Áreas em recuperação	0,000	0,354	0,066	0,660	1,000	0,565
EGEE	-0,048	-0,149	0,836	0,113	1,000	0,736
VPAV	0,057	0,654	0,004	0,073	1,000	0,436
VPAA	0,867	-0,053	0,022	0,004	1,000	0,755
CV das pluviometrias	0,073	0,259	0,614	-0,141	1,000	0,470
Kaiser-Meyer-Olkin (KMO)						0,506
Teste de Esfericidade de Bartlett – Qui-quadrado aproximado						71,338

Fonte: Valores estimados a partir dos dados da pesquisa.

Em sequência, na Tabela 3 se mostra a matriz de covariância dos escores dos componentes extraídos confirmado que os componentes obtidos são linearmente independentes ou ortogonais, tendo em vista que a matriz resultante é uma identidade.

Tabela 3 – Matriz de covariância de escore de componente

Componente	1	2	3	4
1	1,000	0,000	0,000	0,000
2	0,000	1,000	0,000	0,000
3	0,000	0,000	1,000	0,000
4	0,000	0,000	0,000	1,000

Fonte: Valores estimados a partir dos dados da pesquisa.

Subsequentemente, na Tabela 4 se mostram os resultados da análise fatorial com extração por componentes principais, denotando a variância total explicada pelos fatores antes e após a rotação. Inicialmente, nota-se que os quatro primeiros componentes demonstraram autovalores superiores a 1, uma vez que esse é o critério de Kaiser usualmente aplicado para determinar se os fatores extraídos são estatisticamente relevantes. Esses componentes explicaram, respectivamente, 18,99%, 16,46%, 13,58% e 12,77 da variância total dos dados, acumulando 61,818% da variância explicada antes da rotação.

Esses valores sugerem que uma parte substancial da variância das variáveis originais pode ser explicada somente pela sinergia encontrada entre os quatro componentes principais estimados, projetando uma adequação da análise fatorial para a redução do número de variáveis que são interdependentes, a uma quantidade de fatores. Em seguida, com a aplicação da rotação ortogonal dos componentes gerados, foram gerados quatro componentes que são ortogonais ou linearmente independentes. Os componentes assim gerados permitiram a geração de escores fatoriais também independentes através dos quais foi possível explicar as sinergias entre as variáveis originais em uma única variável que é o índice de degradação (IDA) buscado nesta pesquisa. Neste caso as variâncias explicadas por cada uma das componentes ortogonais passaram a ser as seguintes: o primeiro componente passou a explicar 18,98% da variância total, o segundo 15,64%, o terceiro 13,62% e o quarto 13,56%, perfazendo o mesmo total de 61,818% da variância total explanada pelos componentes gerados.

Tabela 4 – Variância total explicada

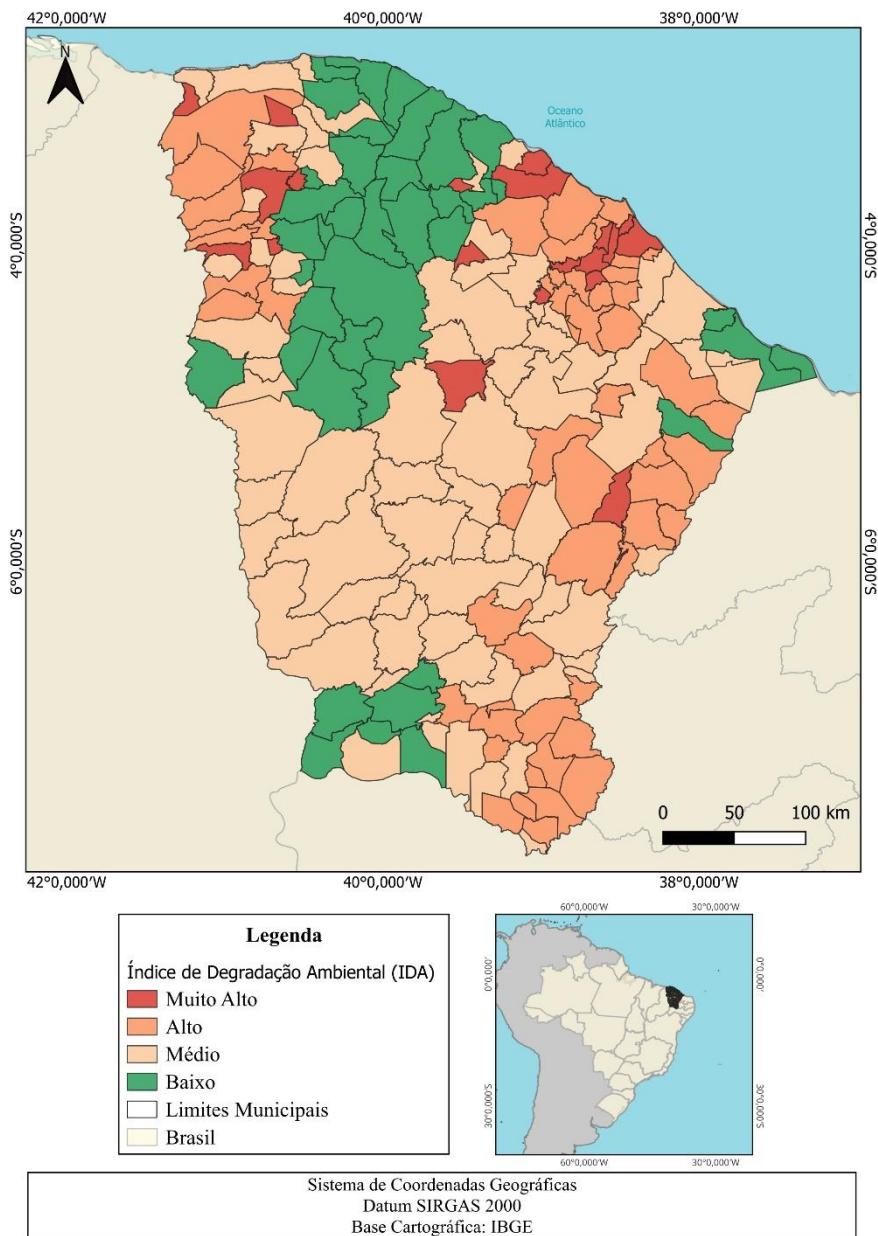
Componentes	Autovalores Iniciais			Soma dos quadrados das cargas extraídas			Soma dos quadrados das cargas rotacionadas		
	Total	Variância (%)	Acumulado (%)	Tota l	Variância (%)	Acumulado (%)	Total	Variância (%)	Acumulado (%)
	1	1,520	18,998	18,998	1,52	18,998	18,998	1,519	18,987
2	1,317	16,462	35,460	1,32	16,462	35,460	1,251	15,642	34,628
3	1,087	13,582	49,042	1,09	13,582	49,042	1,090	13,628	48,256
4	1,022	12,776	61,818	1,02	12,776	61,818	1,085	13,562	61,818
5	0,938	11,731	73,549						
6	0,849	10,618	84,167						
7	0,784	9,800	93,966						
8	0,483	6,034	100,000						

Fonte: Valores estimados a partir dos dados da pesquisa.

4.3 Resultados do índice de Degradação Ambiental

O Índice de Degradação Ambiental (IDA) é resultado dos fatores obtidos após análise fatorial aplicada neste estudo. É necessário ressaltar que, dado o número de municípios cearenses (184), optou-se em evidenciar os resultados do IDA, conforme os níveis de degradação ambiental apresentados no quadro 2, no mapa que segue. Para o conhecimento dos municípios cearenses os resultados encontram-se no Apêndice.

Os resultados apontaram que 20 municípios do Ceará (10,87%) tinham IDA Muito Alto, outros 55 municípios (29,89%) registraram IDA Alto, com nível médio de degradação foram 71 municípios (38,59%) e 38 municípios (20,65%) tinham índice de degradação baixo, conforme se estabeleceu a classificação mostrada no quadro 2.



Os resultados encontrados sugerem, como esperado, tendo em vista as variáveis que foram selecionadas para estudar degradação, que os municípios com os IDA classificados como altos e muito altos, são os que apresentam elevadas densidades populacionais e, por essa razão apresentam baixos percentuais de cobertura vegetal e valores das produções animais e vegetais. Por serem mais densos em populações, também o são em quantidades de veículos que contribuem para as emissões de GEE.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos pela modelagem de análise de decomposição em componentes principais, aplicado às variáveis selecionadas neste estudo, permitiram mensurar o Índice de Degradação Ambiental (IDA) para os municípios cearenses. A média estimada para o IDA = 0,88 é considerada muito alta, tendo em vista que o valor máximo do índice é 1,00. Também foi possível quantificar as municipalidades numa classificação do IDA, onde foi destaque a “IDA Médio” por agregar o maior número de municípios (71) do Estado.

Verificou-se, de acordo com a Análise de decomposição em componentes principais (DCP) com rotação *Varimax* e normalização de Kaiser, que os quatro construtos apontaram as seguintes variáveis impactantes na degradação ambiental: Densidade de bovinos, Valor da produção agrícola animal, Cobertura vegetal, Valor da produção agrícola vegetal, EGEE, CV das pluviometrias, Cicatriz de fogo e Áreas em recuperação.

As limitações deste estudo podem estar vinculadas a outros fatores decorrentes de fenômenos naturais ou antrópicos, não incluídos no rol das variáveis analisadas, e que podem potencializar a degradação ambiental, tais como salinização do solo, extrativismo predatório ou não controlado da flora da caatinga, o uso intensivo e inadequado de agroquímicos no intuito de elevar a produtividade da terra na produção de alimentos além do nível de instrução do produtor que, no geral, é baixo.

Assim, uma sugestão que emerge dessa pesquisa é que estudos futuros possam, não apenas ampliar o leque das possíveis variáveis impactantes nos recursos naturais promotores da degradação ambiental em nível municipal, como também, na medida do possível, obter os novos dados em coleta primária. Vale ressaltar que isso não foi possível fazer neste estudo em razão da indisponibilidade dessas informações nos documentos oficiais que foram as fontes dados da pesquisa.

Acerca de toda esta discussão, faz sentido mencionar como sugestão aos formuladores de políticas públicas agrícolas, no contexto dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, a conscientização, a reeducação e a permanente capacitação, assente a práxis do produtor rural para se prevenir a degradação ambiental apontada neste estudo, como uma promessa para o cenário agrícola futuro. Lembrando que a organização dos produtores rurais em associações e/ou em cooperativas conforma uma boa estratégia para se contraporem a boa parte das dificuldades interpostas pela degradação ambiental.

REFERÊNCIAS

- AQUINO, A. R.; PALETTA, F. C.; ALMEIDA, J. R. **Vulnerabilidade ambiental**. Editora Edgard Blücher, 2017.
- BEZERRA, F. N. R. Interferência da instabilidade pluviométrica na previsão da produção de grãos no semiárido do Ceará, Brasil. **Brazilian Journal of Development**, 2019.
- BEZERRA, F. N. R. Avaliação da agricultura de baixa emissão de carbono e inteligente ao clima no Brasil. Tese de Doutorado, 2022. Universidade Federal do Ceará (UFC). Programa de Pós-Graduação em Economia Rural.
- BIATO, M. F. Convenção-quadro das nações unidas sobre mudança do clima. **Revista de Informação Legislativa**, Brasília, a, v. 42, p. 233-252, 2005.
- BIATO, M. F. Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima – CQNUMC. **Revista de Informação Legislativa**, Brasília ano 42, n. 166, abr./jun. 2005.
- BRASILEIRO, Robson S. Alternativas de desenvolvimento sustentável no semiárido nordestino: da degradação à conservação. **Scientia Plena**, v. 5, n. 5, 2009.
- CAPECHE, C. L. Impactos das queimadas na qualidade do solo - degradação ambiental e manejo e conservação do solo e água. II Encontro Científico do Parque Estadual dos Três Picos. Rio de Janeiro, 2012. p. 17 e 18.
- CEARÁ. SECRETARIA DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO – SDA. **Ações e contribuições do sistema de desenvolvimento agrário ao Ceará – 2015 a 2022**. Fortaleza, dez. 2022.
- COSTA FILHO, J. da. Degradação do solo nos estabelecimentos rurais do nordeste brasileiro. 156f. Tese de Doutorado, 2025. Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Economia Rural, Fortaleza, 2025.
- DUQUE, J.G. Solo e água no polígono das secas. Fortaleza, Banco do Nordeste, 1980. (Coleção Mossoroense).
- FÁVERO, L. P. L.; BELFIORE, P. P.; SILVA, F. L.; CHAN, B. L. Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisão. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.
- FEITOSA, M. M.; LEMOS, J. J. S. Hybrid model of artificial neural networks and principal component decomposition for predicting greenhouse gas emissions in the Brazilian region of MATOPIBA. **Global Journal of Human-Social Science: E Economics**, v. 25, n. 1, 2025a.
- FEITOSA, M. M.; LEMOS, J. J. S. Fogo e transformações da paisagem nos biomas do Nordeste: uma análise com dados MapBiomass (1985–2023). In: **SEMINÁRIOS – SOCIEDADE, NATUREZA E DESENVOLVIMENTO**, 2025, Fortaleza. Anais [...]. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2025b.
- HAIR JÚNIOR, J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. Análise multivariada de dados. 6^a ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Censo Agropecuário 2006: Segunda Apuração. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2006/segunda-apuracao#agricultura-familiar>. Acesso em: 10 jun. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Censo Agropecuário 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017/resultados-definitivos#caracteristicas-estabelecimentos>. Acesso em: 10 jun. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua Anual – 1^a visita, 2023. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6739>. Acesso em: 10 jun. 2025.

LEMOS, J.J.S. Mapa da pobreza no Brasil. Fortaleza: UFC, 1999.

LEMOS, José de Jesus Sousa. Níveis de degradação no Nordeste brasileiro. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 32, n. 3, p. 406-429, 2001.

LEMOS, J. J. S. **Mapa da exclusão social no Brasil: radiografia de um país assimetricamente pobre**. 3. ed. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2012.

LESSA, L. C. R.; Lemos, J. D. J. S.; Tabosa, F. J. S.; Mendes, F. A. T.; Bezerra, F. N. R. Estabilidade da agricultura alimentar de sequeiro da Paraíba frente às instabilidades pluviométricas. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 62, n. 3, p. e274633, 2024.

MAROCO, J. Análise estatística com a utilização do SPSS. 2^a ed. Lisboa: **Edições Sílabo**, 2003.

MATOS, D. A. S.; RODRIGUES, E. C. Análise fatorial. Brasília: **Enap**, 2019.

MENDONÇA JÚNIOR, J. R.; FARIA, J. F.; MENDONÇA, M. C. S.; MEDEIROS, J. D. Estiagem prolongada e o colapso de abastecimento hídrico em currais novos – Rio Grande do Norte. **Revista Equador**, v. 13, n. 2, p. 46-63, 2024.

MENEGUZZO, I.S.; CHAICOUSKI, A. Reflexões acerca dos conceitos de degradação ambiental, impacto ambiental e conservação da natureza. **Geografia (Londrina)**, v. 19, n. 1, p. 181-185, 2010. <https://doi.org/10.5433/2447-1747.2010v19n1p181>.

MONTEIRO, V. P.; PINHEIRO, J. C. V. Critério para implantação de tecnologias de suprimentos de água potável em municípios cearenses afetados pelo alto teor de sal. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 42, n. 2, Brasília, abr./jun. 2004. p. 376.

MOURA, J. E.; CAMPOS, K. C. Uma análise multidimensional do desenvolvimento rural no MATOPIBA brasileiro. **Gestão & Regionalidade**, Palhoça-SC. v. 39. e 20237963. jan/dez., 2023.

PEIXOTO, R. T *et al.* Uso da terra e dos recursos naturais relacionados à

dinâmica da paisagem e indicadores para subsidiar o planejamento agroambiental em áreas de Mata Atlântica. Resultados parciais preliminares da bacia do Guapi-Macacu. II Encontro Científico do Parque Estadual dos Três Picos. Rio de Janeiro, 2012. p. 8 e 12.

RIBEIRO, Elisa C. M.; SILVA, Micheliana C. Um retrato do semiárido cearense. Fortaleza: Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará – IPECE, 2010. (Texto para Discussão, n. 76). Disponível em: https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2014/02/TD_76.pdf. Acesso em: 25 maio 2025.

SARMENTO, Mayria Rufino; DE ANDRADE NETO, Claudino Anacleto. Revisão de literatura: o desmatamento e as queimadas no Bioma Caatinga. **Revista Foco**, v. 17, n. 7, p. e5399-e5399, 2024.

Apêndice

Índice de Degradação Ambiental (IDA) para os municípios cearenses

Município	IDA	Classificação
Abaíara	0,8933	Alto
Acarape	0,9068	Muito Alto
Acaráú	0,8550	Baixo
Acopiara	0,8706	Médio
Aiuaba	0,8664	Médio
Alcântaras		Muito Alto
Altaneira	0,8713	Médio
Alto Santo	0,8905	Alto
Amontada	0,8507	Baixo
Antônina do Norte	0,8728	Médio
Apuiarés	0,8788	Médio
Aquiraz	0,8993	Muito Alto
Aracati	0,8503	Baixo
Aracioba	0,8827	Alto
Ararendá	0,8745	Médio
Araripe	0,8768	Médio
Aratuba	0,8743	Médio
Arneiroz	0,8664	Médio
Assaré	0,8652	Baixo
Aurora	0,8897	Alto
Baixio	0,8725	Médio
Banabuiú	0,8873	Alto
Barbalha	0,8722	Médio
Barreira	0,8860	Alto
Barro	0,8842	Alto
Barroquinha	0,8686	Médio
Baturité	0,8909	Alto
Beberibe	0,8683	Médio
Bela Cruz	0,8558	Baixo
Boa Viagem	0,8666	Médio
Brejo Santo	0,8889	Alto
Camocim	0,8726	Médio
Campos Sales	0,8600	Baixo
Canindé	0,8689	Médio
Capistrano	0,8674	Médio
Caridade	0,8788	Médio
Cariré	0,8647	Baixo
Caririaçu	0,8845	Alto
Cariús	0,8737	Médio
Carnaubal	0,8712	Médio
Cascavel	0,8732	Médio
Catarina	0,8732	Médio
Catunda	0,8456	Baixo
Caucaia	0,8964	Alto
Cedro	0,8892	Alto
Chaval	0,8985	Muito Alto

Choró	0,8683	Médio
Chorozinho	0,8857	Alto
Coreaú	0,9000	Muito Alto
Crateús	0,8672	Médio
Crato	0,8746	Médio
Croatá	0,8876	Alto
Cruz	0,8475	Baixo
Deputado Irapuan Pinheiro	0,8760	Médio
Ereré	0,8778	Médio
Eusébio	1,0	Muito Alto
Farias Brito	0,8822	Alto
Forquilha	0,8580	Baixo
Fortaleza	0,8962	Alto
Fortim	0,8622	Baixo
Frecheirinha	0,8803	Médio
General Sampaio	1,0	Muito Alto
Graça	0,8698	Médio
Granja	0,8843	Alto
Granjeiro	0,8845	Alto
Groaíras	0,8586	Baixo
Guaiúba	0,9214	Muito Alto
Guaraciaba do Norte	0,8933	Alto
Guaramiranga	0,8872	Alto
Hidrolândia	0,8351	Baixo
Horizonte	0,8893	Alto
Ibaretama	0,8740	Médio
Ibiapina	0,8960	Alto
Ibicutinga	0,8821	Alto
Icapuí	0,8634	Baixo
Icó	0,8668	Médio
Iguatu	0,8866	Alto
Independência	0,8726	Médio
Ipaporanga	0,8734	Médio
Ipaumirim	0,8842	Alto
Ipu	0,8841	Alto
Ipueiras	0,8718	Médio
Iracema	0,8969	Alto
Irauçuba	0,8588	Baixo
Itaiçaba	0,8796	Médio
Itaitinga	0,9107	Muito Alto
Itapajé	0,8641	Baixo
Itapipoca	0,8608	Baixo
Itapiúna	0,8774	Médio
Itarema	0,8534	Baixo
Itatira	0,8667	Médio
Jaguaretama	0,8892	Alto
Jaguaribara	0,9021	Muito Alto
Jaguaribe	0,8921	Alto
Jaguaruana	0,8742	Médio

Jardim	0,8823	Alto
Jati	0,8842	Alto
Jijoca de Jericoacoara	0,8789	Médio
Juazeiro do Norte	0,8937	Alto
Jucás	0,8783	Médio
Lavras da Mangabeira	0,8780	Médio
Limoeiro do Norte	0,8625	Baixo
Madalena	0,9534	Muito Alto
Maracanaú	0,8881	Alto
Maranguape	0,8879	Alto
Marco	0,8720	Médio
Martinópole	1,0	Muito Alto
Massapê	0,8748	Médio
Mauriti	0,8820	Alto
Meruoca	0,8648	Baixo
Milagres	0,8831	Alto
Milhã	0,8917	Alto
Miraíma	0,8285	Baixo
Missão Velha	0,8787	Médio
Mombaça	0,8718	Médio
Monsenhor Tabosa	0,8418	Baixo
Morada Nova	0,8753	Médio
Moraújo	0,8900	Alto
Morrinhos	0,8545	Baixo
Mucambo	0,8836	Alto
Mulungu	0,9354	Muito Alto
Nova Olinda	0,8713	Médio
Nova Russas	0,8633	Baixo
Novo Oriente	0,8705	Médio
Ocara	0,885	Alto
Orós	0,8771	Médio
Pacajus	0,8908	Alto
Pacatuba	1,0	Muito Alto
Pacoti	0,8916	Alto
Pacujá	0,9171	Muito Alto
Palhano	0,8697	Médio
Palmácia	0,9030	Muito Alto
Paracuru	0,9792	Muito Alto
Paraipaba	0,8683	Médio
Parambu	0,8720	Médio
Paramoti	0,8703	Médio
Pedra Branca	0,8784	Médio
Penaforte	0,8666	Médio
Pentecoste	0,8872	Alto
Pereiro	0,8876	Alto
Pindoretama	0,8876	Alto
Piquet Carneiro	0,8742	Médio
Pires Ferreira	0,8796	Médio
Poranga	0,8500	Baixo

Porteiras	0,8883	Alto
Potengi	0,8585	Baixo
Potiretama	0,8818	Alto
Quiterianópolis	0,8689	Médio
Quixadá	0,8751	Médio
Quixelô	0,8748	Médio
Quixeramobim	0,8796	Médio
Quixeré	0,8936	Alto
Redenção	0,8868	Alto
Reriutaba	0,8700	Médio
Russas	0,8846	Alto
Saboeiro	0,8756	Médio
Salitre	0,8523	Baixo
Santana do Acaraú	0,8570	Baixo
Santana do Cariri	0,8617	Baixo
Santa Quitéria	0,8563	Baixo
São Benedito	0,9034	Muito Alto
São Gonçalo do Amarante	0,9812	Muito Alto
São João do Jaguaribe	0,8833	Alto
São Luís do Curu	0,8607	Baixo
Senador Pompeu	0,8788	Médio
Senador Sá	0,8668	Médio
Sobral	0,8638	Baixo
Solonópole	0,8779	Médio
Tabuleiro do Norte	0,8846	Alto
Tamboril	0,8626	Baixo
Tarrafas	0,8550	Baixo
Tauá	0,8687	Médio
Tejuçuoca	0,8401	Baixo
Tianguá	0,8972	Alto
Trairi	0,8620	Baixo
Tururu	0,8788	Médio
Ubajara	0,8949	Alto
Umari	0,8766	Médio
Umirim	0,8532	Baixo
Uruburetama	0,9149	Muito Alto
Uruoca	0,8740	Médio
Varjota	0,8609	Baixo
Várzea Alegre	0,8731	Médio
Viçosa do Ceará	0,8842	Alto



O CRÉDITO RURAL AGROAMIGO NO FORTALECIMENTO DA AGRICULTURA FAMILIAR NO CEARÁ

Narjara Serafim Chagas

Mestrado em Economia Regional e Urbana pelo Programa de Pós-Graduação em Economia Regional e Urbana – PPGERU da Universidade Regional do Cariri – URCA
narjara.serafim@urca.br

Patrícia Monte dos Santos Oliveira

Mestrado em Economia Regional e Urbana pelo Programa de Pós-Graduação em Economia Regional e Urbana – PPGERU da Universidade Regional do Cariri – URCA e Doutoranda em Economia Rural pelo Programa de Pós-Graduação em Economia Rural – PPGER da Universidade Federal Do Ceará – UFC
patriciamonte272@gmail.com

Grupo de Trabalho (GT): 3. Política Agrária, Desenvolvimento Rural e Agricultura Familiar

RESUMO

O Programa Agroamigo do Banco do Nordeste do Brasil S.A, criado em 2005 no Estado do Ceará, tem se destacado como uma ferramenta eficaz que oportuniza o microcrédito a população rural. Seus resultados têm contribuído para minimizar a exclusão social, a redução do êxodo rural e a saída de milhares de agricultores familiares da zona de pobreza, proporcionando o acesso a recursos financeiros subsidiados, de maneira orientada e participativa. O presente trabalho é de natureza descritiva, com o objetivo de fomentar novos conhecimentos úteis para o avanço da pesquisa e ciência sem pretensões de aplicação imediata. Uma pesquisa descritiva fundamentada em bibliografia e documentos técnicos, com o objetivo de caracterizar o fenômeno investigado sem promover alterações no objeto de estudo. De acordo com o exposto, pode-se concluir que o Programa Agroamigo tem dado uma contribuição significante para a agricultura familiar no Estado do Ceará. O programa já ultrapassou R\$ 4,7 bilhões de financiamentos em 1.043.096 operações contratadas até junho de 2024 no estado, com atendimento nas localidades rurais, evitando o deslocando até as agências, e proporcionando acompanhamento e orientações especializadas para as atividades rurais do Ceará.

THE AGROAMIGO RURAL CREDIT PROGRAM AND THE STRENGTHENING OF FAMILY FARMING IN CEARÁ

ABSTRACT

The Agroamigo Program of Banco do Nordeste do Brasil S.A., created in 2005 in the state of Ceará, has stood out as an effective tool that provides microcredit to the rural population. Its results have contributed to reducing social exclusion, curbing rural exodus, and lifting thousands

Keywords:

Family Farming

Microcredit

of family farmers out of poverty by offering subsidized financial resources in a guided and participatory manner. This study is descriptive in nature, aiming to foster new knowledge useful for the advancement of research and science, without immediate application purposes. It is a descriptive research based on bibliographic sources and technical documents, intended to characterize the phenomenon under investigation without promoting changes to the object of study. According to the findings, it can be concluded that the Agroamigo Program has made a significant contribution to family farming in the state of Ceará. The program has already surpassed R\$ 4.7 billion in financing through 1,043,096 contracted operations as of June 2024 in the state, serving rural areas, avoiding the need for travel to bank branches, and providing specialized guidance and monitoring for rural activities in Ceará.

1 INTRODUÇÃO

A agricultura familiar através dos milhões de pequenos agricultores, promove o desenvolvimento social e o crescimento do País, com a criação de emprego, geração e distribuição de renda e redução do êxodo rural. Um setor em expansão e que movimenta bilhões de reais no País, produzindo em sua grande maioria dos alimentos para serem consumidos nas mesas dos brasileiros.

O conceito de agricultura familiar vem evoluindo ao longo das últimas décadas, anteriormente de “pequena produção e agricultura de subsistência”. A lei n.º 11.326/2006, estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais, através do Decreto n.º 9.064/2017, define o agricultor familiar como aquele que possui até 4 módulos fiscais e seu valor estimado pelo município; a mão-de-obra familiar nos estabelecimentos seja predominante e metade da renda familiar originada seja de atividades do estabelecimento; e a direção do estabelecimento seja estritamente com sua família (BRASIL, 2006, 2017).

A expressão agricultura familiar no país teve resultados mais expressivos e sua divulgação a partir de 1995, através da proposta do Ministério Extraordinário de Política Fundiária para os segmentos de grande importância socioeconômica e ambiental, juntamente com as Universidades, empresas públicas e privadas, além dos agricultores. Em decorrência o surgimento do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), criado em 1996 (BRASIL, 1996; Navarro; Pedroso, 2014).

Considerando que a agricultura familiar busca promover o acesso democrático aos recursos produtivos, para reduzir as desigualdades e melhorar o bem-estar das famílias inseridas no setor rural, teve-se a necessidade de grandes mobilizações por melhores condições de produção e preços dos produtos através da criação e implementação de políticas públicas diferenciadas para incentivar à produção, combate à fome e geração de emprego e renda.

Programas de microcrédito existentes no Brasil surgiram na década de 1990, com a participação de bancos públicos, cooperativas de crédito e organizações não governamentais. O Banco do Nordeste do Brasil S.A., na região Nordeste do país iniciou o programa Crediamigo em 1998, e o programa Agroamigo de microfinanças rurais de apoio aos pequenos e médios agricultores, para aumentar a produtividade e a sustentabilidade das atividades rurais em 2005 (Vasconcelos, 2012).

O programa de Microfinanças Rurais do Banco do Nordeste Agroamigo, é uma iniciativa de crédito rural presente em nove estados do Nordeste brasileiro, além de Minas Gerais e norte do Espírito Santo. Indicado pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA), o programa tem parcerias com instituições em outras regiões do país, como o Banco da Amazônia.

A estrutura operacional do Agroamigo no Ceará é composta por agências do Banco do Nordeste e 33 postos de atendimento específicos que facilitam o acesso ao microcrédito. Com agentes de crédito espalhados pelo estado, o programa oferece suporte direto e orientação aos agricultores familiares. As equipes técnicas monitoram o uso dos recursos e o progresso dos projetos, enquanto a coordenação regional supervisiona as operações e garante o alinhamento com as diretrizes do Banco do Nordeste.

O Agroamigo em 2024 completa 19 anos de existência com diversas mudanças ao longo desse período, inicialmente centrado na linha de crédito do Pronaf B, nos agricultores mais vulneráveis, em 2012 com a expansão das demandas foram criadas as modalidades Agroamigo Crescer e Agroamigo Mais. O grupo do Pronaf B atendendo aos agricultores enquadrados no programa, enquanto o programa Agroamigo Crescer e Agroamigo Mais para os agricultores do Grupo Variável do Pronaf (exceto os grupos A e A/C) (BNB, 2023f). A ampliação do programa tem o objetivo de fortalecer a agricultura familiar, permitindo uma cobertura às diferentes necessidades dos agricultores.

O Programa Agroamigo surge com a função complementar através da concessão de microcrédito produtivo e orientado, para distribuir melhor a renda, geração de emprego, estímulo ao processo produtivo e a promoção da sustentabilidade. Este estudo se justifica pela necessidade de compreender melhor o impacto do Agroamigo na agricultura familiar no estado do Ceará, explorando não apenas os aspectos econômicos, mas também as relações entre a agricultura familiar e outros setores econômicos.

Neste contexto, o presente estudo objetiva verificar a evolução e a participação do programa de microfinanças rurais Agroamigo no apoio à agricultura familiar no Ceará. Tendo como objetivos específicos: verificar a evolução e o desempenho das operações de crédito

contratadas pelo programa Agroamigo no Ceará, analisando os dados históricos de concessão de crédito, taxas de inadimplência e resultados econômicos gerados, averiguar a situação específica do programa Agroamigo no Ceará, incluindo a análise de sua implementação, os resultados obtidos e os desafios enfrentados no estado.

2 METODOLOGIA

O presente trabalho é de natureza de descritiva, com o objetivo de produzir novos conhecimentos uteis para o avanço da ciência, sem a aplicação de imediato da mesma. Utilizou-se de método indutivo-dedutivo, que segundo Profano & Freitas (2013) o argumento passa do particular para o geral, uma vez que as generalizações derivam de observações de casos da realidade concretas e o dedutivo parte do geral e, a seguir, desce para o particular.

As características da pesquisa são do tipo exploratório, conforme definido por Marconi e Lakatos (2003, p. 188), as pesquisas exploratórias são compreendidas como investigações empíricas cujo objetivo é a formulação de questões ou de um problema, com tripla finalidade: desenvolver hipóteses, aumentar a familiaridade do pesquisador com um ambiente, fato ou fenômeno, e preparar uma pesquisa futura mais precisa, além de modificar e clarificar os conceitos.

Os procedimentos técnicos adotados que melhor contribuem com os resultados dessa pesquisa são o documental, realizado com a coleta de dados através de pesquisas bibliográficas, acessos a artigos periódicos elaborados e artigos de revistas especializadas disponíveis ao público em geral e livros. Além disso, foi realizada uma consulta a órgãos públicos como o IBGE, Banco do Nordeste e Ematerce (Prodanov; Freitas, 2011).

A coleta de dados será do tipo secundários, que segundo Tomas (2014, p. 1), “os dados secundários já foram coletados e estão disponíveis ao público. As fontes destes incluem livros, periódicos, censos, biografias, artigos e bancos de dados”. Em relação a coleta de dados referente a evolução e participação do programa Agroamigo, realizou-se, através das demonstrações financeiras oriundas dos relatórios da administração dos anos de 2005 a 2024, disponibilizadas pelo Banco do Nordeste do Brasil S. A., com sede em Fortaleza-CE, sob CNPJ n.º 07.237.373/0001-20.

Os dados coletados para analisar a evolução e o desempenho do programa Agroamigo no Nordeste foram obtidos a partir do Relatório da Agricultura Familiar e do Agroamigo do Banco do Nordeste, permitindo a demonstração dos resultados e valores

representativos da evolução global, nas operações de crédito, tanto no Nordeste em geral quanto especificamente no Estado do Ceará no programa Agroamigo.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

A apresentação conceitual de microcrédito, o define como um financiamento de linhas de crédito específicas de empréstimos de baixo valor, voltado para atividades produtivas de pequeno porte, estimulando emprego e renda desse setor. O microcrédito foi criado para atender à cidadãos e pequenos empreendedores informais que não tem acesso formal ao sistema de financiamento ou até mesmo aqueles sem garantias reais de pagamento de empréstimos. Esse processo teve seu início na segunda metade do século passado, na década de 1970, sendo colocado em prática pelo economista Muhammad Yunus, fundador do Banco Grameen, em Bangladesh (Silva, 2012).

Para Silva (2012) o microcrédito em comparação com outros tipos de empréstimos, tem o objetivo de desenvolver os empreendimentos dos cidadãos de baixa renda e com pouca instrução técnica aumentando a produtividade e a rentabilidade do negócio. Orientação realizada pelo agente de crédito sobre o gerenciamento da microempresa e a análise do investimento, aos tomadores de linhas específicas do microcrédito.

Na visão de Barone (2002, p.14), o microcrédito é uma concessão de empréstimos de baixo valor aos pequenos empreendedores informais e microempresas sem acesso ao sistema financeiro tradicional, principalmente por não terem como oferecer garantias reais. Objetivo do crédito é fornecer capital de giro necessário para que os pequenos empreendimentos, possam aumentar suas atividades produtivas com o uso de metodologia específica.

No Brasil a experiência do microcrédito iniciou em 1973 com a União Nordestina de Assistência a Pequenas Organizações (UNO), para promover a inclusão e o desenvolvimento rural sustentável, em uma região marcada por desafios econômicos e sociais, como a seca e a pobreza. Conforme Amaral (2005), o objetivo era apoiar micro e pequenos empreendimentos da Região Nordeste, através de parcerias com instituições financeiras, capacitação com assistência técnica e programas de desenvolvimento comunitário. O programa UNO desapareceu após dezoito anos de atuação por não considerar a autosustentabilidade essencial em suas políticas.

Na década de 1990 o processo de expansão do setor de microfinanças no Brasil, estimulado pela estabilização monetária do Plano Real, proporcionou expressivas demandas

por microcrédito, ampliando as instituições financeiras envolvidas com as microfinanças e regulando a atuação do setor de microfinanças no Brasil. De acordo com Alves e Thedim (2004), as instituições que ofereciam microcrédito eram organizações não governamentais sem fins lucrativos (ONGS), apoiadas pelas agências de fomento e cooperativas de crédito, para atividades produtivas de pessoas no âmbito rural e sem acesso ao crédito financeiro formal no Brasil.

O Banco do Nordeste, criado em 1952, lançou em 2005 o programa de microcrédito rural chamado Agroamigo, para atender aos pequenos produtores rurais do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar - Pronaf B. Os empréstimos do Pronaf B no BNB que se enquadram no programa Agroamigo, passaram para uma metodologia inovadora e diferenciada através do acompanhamento dos produtores por meio de assessores de microcréditos. Acompanhamento realizado pelos agentes responsáveis pela orientação ao processo de formalização simplificada do pedido do crédito ao banco e pelo acompanhamento do pagamento do empréstimo (BNB, 2016).

Nesse contexto, Alves (2015) define o Agroamigo como um programa criado com tratamento adequado para um grupo específico de agricultores familiares, com os objetivos de melhorar suas práticas agrícolas, aumentar a produtividade e, consequentemente, elevar sua renda e qualidade de vida. Corroborando, Nunes (2015) complementa como um método de concessão de crédito rural com atendimento personalizado, realizado por assessores de microcrédito para estimular as ações de inclusão produtiva para os agricultores familiares.

O programa Agroamigo do Banco do Nordeste tem promovido o desenvolvimento das atividades rurais melhorando a renda dos agricultores familiares, possibilitando a sustentabilidade dos empreendimentos rurais e promovendo a equidade de gênero no campo com uma maior participação das mulheres agricultoras (Fernandes; Nilton, 2019).

O programa Agroamigo é uma releitura das políticas de microcrédito do Pronaf B, criado para melhorar a concessão e a designação do crédito para agricultura familiar, uma vez que os financiamentos no modelo Pronaf B se demonstraram inapropriada, resultando em inadimplência pela cultura do não pagamento e pouca eficiência na mudança de cenário em relação aos envolvidos (Maia; Pinto, 2015).

O Programa de Microcrédito Rural Agroamigo compromete-se a melhorar os perfis econômicos e sociais dos agricultores familiares de baixa renda na área de atuação do Banco do Nordeste, através da promoção financeira e o desenvolvimento de atividades agropecuárias e não agropecuárias, elevando os níveis de renda, mais emprego e oferta de alimentos no campo. Uma metodologia de qualificação do processo de crédito do Pronaf B,

com a concessão de crédito ágil e compatível com as necessidades de seus tomadores, ações direcionadas à educação financeira e à necessidade de exploração sustentável do meio ambiente.

Uma pesquisa realizada por Abramovay (2012) examinou as consequências do programa através da mensuração de índices de riqueza do segmento, venda e compra de animais, produtividade e concentração produtiva após a implementação do Agroamigo. O estudo comparou agricultores recém beneficiados pelo programa Agroamigo e os produtores com maior tempo de participação no programa. Os resultados indicaram impacto insignificante nos índices de riqueza e a distribuição produtiva, nas atividades de produção vegetal e agropecuária.

O sucesso do programa Agroamigo são consequências de uma metodologia assertiva administrada e operacionalizada pelo Instituto Nordeste Cidadania (INEC). O INEC aprimorou métodos para os agricultores serem atendidos em suas próprias comunidades, uma orientação técnica de um agente de crédito especializado em atividades rurais, para o desenvolvimento de suas atividades. Abordagem facilita com acesso ao crédito para promover desenvolvimento sustentável das comunidades rurais (Alves, 2022).

Os Assessores de Microcrédito Rural tem que atuar como agente local de microcrédito rural para realizar parcerias com os mediadores locais, coletar informações sobre as comunidades a serem beneficiadas pelo programa, realizar entrevistas com os clientes; elaborar propostas simplificadas de crédito; realizar visitas mediante à contratação para verificar e acompanhar a aplicação dos recursos; cuidar da qualidade da sua carteira de clientes; renovar os financiamentos e realizar cobranças, conservando forte proximidade com o cliente (Maciel, 2009). Os assessores devem ter a formação nas escolas técnicas, capacitados com curso de formação com 120 horas/aula e metodologia participativa sobre o assunto trabalhado.

Dentre as políticas públicas utilizadas para minimizar a problemática do desenvolvimento rural, a concessão de microcrédito através do programa Agroamigo é muito utilizada nas suas várias modalidades de linhas de créditos, garantindo não apenas a viabilidade econômica das pequenas propriedades, mas o fortalecimento da agricultura familiar e a promoção do desenvolvimento sustentável nas áreas rurais.

Segundo Damasceno (2005, p. 2), “a criação de políticas públicas tem representado um caminho promissor para o desenvolvimento sustentável, em todas as áreas, seja no quesito ambiental, social e econômico”. Em meados de 2007 estudos sobre o melhoramento de políticas públicas no Estado do Ceará, através do Instituto de Pesquisa e Estratégia

Econômica do Ceará (IPECE) e o desenvolvimento de um Índice de Desenvolvimento Social (IDS), trouxeram avaliações sobre a inclusão social nos aspectos de serviços públicos ofertados e seus resultados alcançados em relação à moradia e o desenvolvimento rural através da agricultura familiar (Marciel, 2009).

Considera-se políticas públicas o conjunto de diretrizes e princípios reguladores de ação do poder público para atender às necessidades da sociedade. O estabelecimento destas regras e procedimentos para as relações entre poder público e sociedade, através da materialização na forma de leis, programas e linhas de financiamentos. Iniciativas para responder as demandas dos setores menos favorecidos da sociedade, considerados como vulneráveis, através do fortalecimento e proteção social, promovendo desenvolvimento mais justo e equitativo para toda a sociedade (Teixeira, 2002).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Programa Agroamigo proporcionou de forma expressiva o acesso de crédito ao agricultor familiar com menor renda na área de atuação do Banco do Nordeste, que não encontrava no sistema bancário tradicional condições de financiamentos e mecanismos de atendimento para o seu perfil. Ao longo de sua história, o programa já oportunizou a mais de 2,83 milhões de agricultores familiares o apoio do Agroamigo para desenvolver suas atividades produtivas, gerando renda no meio rural com aplicação da ordem de R\$ 33,17 bilhões.

Em relação a Agricultura Familiar em 2023 foram aplicados R\$ 6,7 bilhões, sendo R\$ 965 milhões do Agroamigo e R\$ 5,6 bilhões na metodologia do Programa Agroamigo, que corresponde à contratação de 16,5 mil e 585,7 mil de operações de crédito. Fortalecendo a carteira ativa do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar - Pronaf de R\$ 13,7 bilhões e 1,67 milhões de clientes, sendo 78,5% do valor aplicados no Semiárido.

Apesar desses avanços, a inserção do agricultor familiar no mercado não tem ocorrido de forma homogênea em todas as regiões do Brasil. Essa disparidade está relacionada à dependência de novas tecnologias e de condições político-institucionais, que configuram desafios significativos para o desenvolvimento da agricultura familiar. Tais limitações que poderiam ser superados por meio de: a) disseminação de informações organizadas e acessíveis, utilizando os meios modernos de comunicação em massa, como televisão, rádio e internet; e b) estímulo ao fortalecimento da capacidade organizacional dos

produtores, com o objetivo de ampliar a escala de produção e conquistar nichos de mercado para a comercialização de seus produtos (Portugal, 2004, p. 01).

A tabela 1 abaixo detalha os Indicadores no Programa Agroamigo, que inclui o número da carteira ativa (em R\$ mil), de clientes ativos, de clientes novos atendidos, clientes atendidos, quantidade de operações contratadas e valor contratado (R\$ mil).

Tabela 1: Tabela de Indicadores no Programa Agroamigo.

Estado	Carteira Ativa (em R\$ mil)	Clientes Ativos	Clientes Novos Atendidos	Clientes Atendidos (2005 - 2023)	Quantidade de Operações Contratadas	Valor Contratado (R\$ mil)
AL	412.637,7	61.475	3.571	140.539	25.815	278.448,7
BA	2.039.702,5	316.396	22.464	591.590	142.955	1.343.248,9
CE	1.068.560,6	175.195	17.353	370.397	71.309	702.502,7
MA	898.912,0	133.470	9.389	291.829	55.865	577.577,1
MG/ES	765.448,0	115.921	9.837	267.808	52.518	515.441,1
PB	730.314,9	124.106	10.912	247.235	55.572	507.094,8
PE	950.173,1	158.876	11.783	337.518	65.398	611.372,5
PI	949.249,5	154.568	11.049	324.924	64.940	627.063,8
RN	483.252,0	76.183	5.736	151.634	32.210	306.603,1
SE	263.879,2	39.188	3.429	115.745	19.134	200.133,4
Total	8.562.129,7	1.355.378	105.523	2.839.219	585.716	5.669.522,2

Fonte: Elaborado pelas autoras, utilizando dados do Banco do Nordeste.

No que diz respeito ao Estado do Ceará, podemos verificar que sua carteira ativa (em R\$ mil) corresponde a 12,48% do número total, ficando atrás apenas do Estado da Bahia com 2.039.702,50, que colocando-se em primeiro lugar de todos os estados de área de atuação do programa. Quando analisado o número de clientes ativos com 316.396 tem o estado do Ceará, que destes 22.464 são clientes novos atendidos. Na perspectiva total desde o início do programa em 2005 até 2023, o número de clientes atendidos corresponde a 591.590 sobre o total de 2.839.219 e com 142.955 de operações contratadas, e o valor contratado (R\$ mil) de 1.343.248,9.

Em relação à carteira ativa (R\$ mil) do Ceará, observou-se um crescimento significante de 36,72%, uma vez que no ano de 2022 o valor correspondia a 781.558,97. No

ano anterior os clientes ativos correspondiam a 177.396, com acréscimo do número de 2.201 e clientes novos ativos também com aumento do número de 904 no ano de 2023.

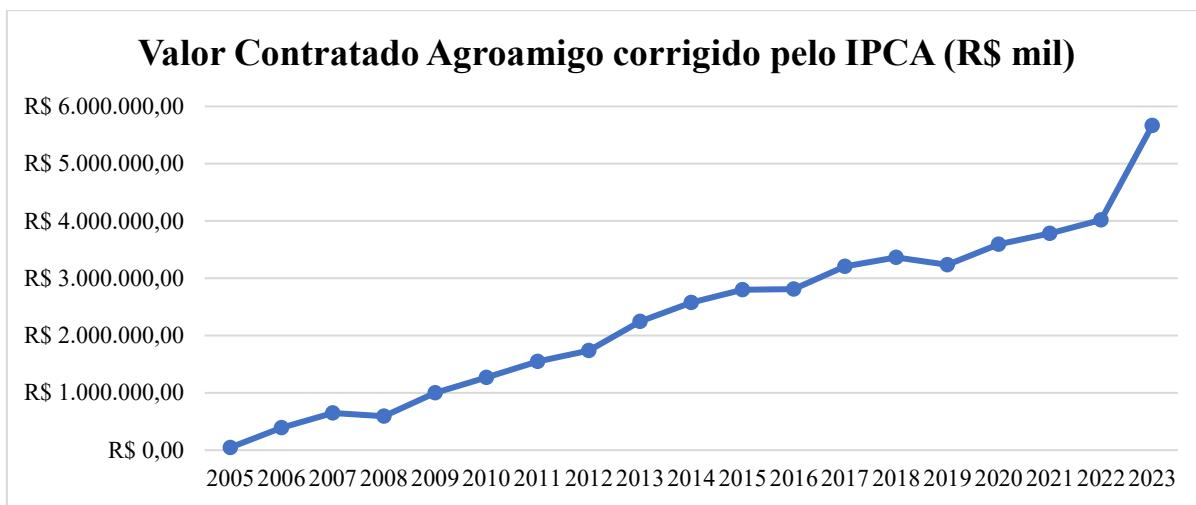
Considerando o total de clientes atendidos pelo programa de microcrédito rural do programa Agroamigo 17.353 no período de 2005 a 2023, que corresponde a 4,91% o crescimento em relação ao ano anterior. No entanto, ao comparar com a quantidade de operações contratadas, foi verificado uma queda de 3,17%. Apesar dessa queda, o volume financeiro contratado (R\$ mil) apresentou um crescimento expressivo de 50,37% em relação ao ano anterior, o que demonstra maior valor médio por operação.

Diante desses dados, torna-se relevante ampliar à análise sobre os efeitos socioeconômicos do programa, considerando sua trajetória ao longo dos mais de dez anos. O estudo realizado por Abramovay (2012), os cinco primeiros anos do Agroamigo, envolvendo beneficiários e não beneficiários, revelando melhorias significativas entre os tomadores de crédito, especialmente entre aqueles com maior tempo de participação no programa. Conforme destaca o autor: “os agricultores familiares expostos por mais tempo ao Agroamigo têm mais chances de inserção em mercados agropecuários e, consequentemente, de superação da pobreza” (BNB, 2015, p. 52).

Segundo Lima (2011), os dados apresentados na Tabela 1 indicam uma possível distribuição desigual do microcrédito do Programa Agroamigo entre os estados do Nordeste, sugerindo que o acesso ao crédito do Pronaf ocorre entre as regiões do país e dentro delas. Interpretação que não se sustenta totalmente na prática, pois as variações na cobertura estadual do Programa, tendem a refletir de forma razoável a distribuição do público potencial, como é possível verificar através de comparação com os dados da pesquisa realizada pelos próprios autores. Nesse contexto, a principal disparidade observada diz respeito ao estado da Bahia, que concentra aproximadamente um terço do público potencial para os financiamentos, mas recebeu apenas 24% dos recursos aplicados.

A figura 1 abaixo, detalha a evolução da operação de crédito contratado no programa Agroamigo, de acordo com os dados de 2005 a 2023 com números iniciais modestos e um aumento gradual de acesso ao crédito ao longo dos anos. Observa-se que a concessão de microcrédito se manteve em crescimento e que a metodologia utilizada pelo Agente de Microcrédito rural, através de financiamentos com valores progressivos trouxe a possibilidade de renovação como estratégias de adimplência, melhorando a qualidade de vida no meio rural dos clientes atendidos pelo programa.

Figura 2: Evolução da operação de crédito contratado, no Programa Agroamigo.



Fonte: Elaborado pelas autoras, utilizando dados do Banco do Nordeste.

Nota: Valores corrigidos pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo – IPCA para 2023.

Entre as estratégias de combate à pobreza, o microcrédito, especialmente o programa Agroamigo destaca-se como uma ferramenta relevante, ao viabilizar financiamentos voltados ao processo produtivo, impulsionando as atividades dos pequenos produtores e progressivos aumentos nos lucros (Duarte, Costa; Araujo, 2017). Segundo os autores, o Agroamigo exerce um impacto positivo na redução da pobreza na região Nordeste, demonstrando-se como uma política eficaz para mitigar a desigualdade social. Eles ressaltam, ainda, a importância de políticas públicas que ampliem o acesso ao crédito para os mais vulneráveis da população, promovendo sua inclusão no mercado financeiro, oportunidades de abertura de contas, adesão a seguros, cartões de créditos entre outros serviços bancários que tradicionalmente eram inacessíveis a esse público.

A figura 2 abaixo, ilustra um exponencial crescimento do número de clientes ativos no programa Agroamigo ao longo dos anos. A participação das mulheres agricultoras familiares representando 50,97% da carteira ativa com concessão de crédito de R\$ 2,8 bilhões em 2023 na área de atuação do Banco do Nordeste. Resultados que reforçam a importância do programa no incentivo ao desenvolvimento de atividades produtivas com caráter empreendedor, para melhorar o perfil do agricultor familiar nordestino através do crédito orientado.

Figura 2: Evolução do número de clientes ativos no Programa Agroamigo (em mil).



Fonte: Elaborado pelas autoras, utilizando dados do Banco do Nordeste.

A evolução da carteira de clientes ativos no Agroamigo reflete a confiança e aceitação do programa, por oportunizar crédito acessível apoiando o desenvolvimento da agricultura familiar no Nordeste. Com investimentos expressivos, especialmente no Ceará, o programa demonstra seu impacto significativo na vida dos agricultores e na economia regional, promovendo maior inclusão financeira e crescimento sustentável.

Ao direcionar parte do seu esforço no apoio às mulheres, o programa Agroamigo se alinha à experiências internacionais bem-sucedidas. Em vários países, as mulheres residentes no campo são o público-alvo dos programas de microcrédito. Conforme destacam Cacciamali, Matos e Macambira (2014), a literatura especializada aponta que programas de microcrédito voltados para as mulheres, podem alcançar objetivos simultaneamente, como a redução da pobreza e a melhoria dos índices de adimplência, dado que as mulheres, em geral, apresentam melhor desempenho no cumprimento de suas obrigações financeiras.

Nessa perspectiva, embora sem avaliações consolidadas, o BNB (2013a, p. 46) ressalta que: “a grande participação feminina, no âmbito do Agroamigo, além de possibilitar a redução das desigualdades de gênero no meio rural, permite a diversificação das atividades não agrícolas no meio rural.” De todo modo, a expressiva participação feminina no Agroamigo, contribui para a valorização das atividades tradicionalmente desenvolvidas por elas, como o artesanato, comércio, costura, dentre outras, financiadas pelo programa, fortalecendo as unidades produtivas familiares e as economias locais.

Ressalta-se que a concessão de microcrédito rural do Banco do Nordeste, Agroamigo, já ultrapassa o valor de R\$ 35 bilhões, distribuídos em 7,6 milhões de operações, demonstrando o alcance e a confiança dos agricultores no programa na área de atuação, que

beneficiou 2,9 milhões de empreendedores rurais, contribuindo para o desenvolvimento sustentável e a melhoria da qualidade de vida nas zonas rurais do Nordeste.

No estado do Ceará, o BNB realizou investimentos de R\$ 4,3 bilhões através do programa, que ajudaram a fortalecer a economia rural do Ceará, oportunizando a milhares de agricultores familiares a expansão de suas atividades, melhorando suas técnicas de cultivo e aumentando sua produtividade.

Dessa maneira, o Agroamigo contribui para fortalecer o grau de autonomia e a emancipação de seu público-alvo, ao promover o afastamento de estruturas nocivas que sustentam “a dominação clientelista e formas perversas de exploração do trabalho.” (Abramovay, 2004, p. 25). Fundamentado na oferta de crédito orientado e na proximidade com o agricultor e a realidade que o cerca, o programa amplia a concepção do crédito, que deixa de ser apenas um instrumento financeiro para assumir um papel social para o processo de desenvolvimento rural.

A tabela 2 abaixo, resume a evolução da carteira de empréstimos e financiamentos do Programa Agroamigo, juntamente com o índice de inadimplência conforme dados do Banco Central do Brasil (BACEN) para os anos de 2018 a 2023. Observou-se um crescimento contínuo na carteira de empréstimos e financiamentos do programa Agroamigo no Ceará, verificando que o valor total passou de R\$ 6.099.792,31 mil em 2018 para R\$ 8.562.130 mil em 2023, refletindo um crescimento significativo e consistente ao longo dos anos.

Tabela 2: Indicadores de Sustentabilidade no Programa Agroamigo

ANO	Carteira de Empréstimos e Financiamentos (em R\$ mil)	Índice de Inadimplência BACEN
2018	6.099.792,31	4,79%
2019	6.136.945,67	4,84%
2020	6.268.759,56	2,48%
2021	6.417.807,12	4,82%
2022	6.881.327,36	6,24%
2023	8.562.130,00	4,85%

Fonte: Elaborado pelas autoras, utilizando dados do Banco do Nordeste.

Nota: Valores corrigidos pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo – IPCA para 2023.

Em relação ao índice de inadimplência que apresentou variações ao longo dos anos, com uma queda significativa em 2020 para 2,48%, ano marcado pela pandemia de COVID-19, que pode ter levado a políticas de renegociação de dívidas e apoio financeiro emergencial. No ano de 2022, o índice atingiu seu pico de 6,24%, antes de cair novamente para 4,85% em 2023. Essas variações podem ser atribuídas a diferentes fatores econômicos, sociais e climáticos que impactam a capacidade de pagamento dos agricultores. No estado do Ceará a inadimplência do programa Agroamigo no Ceará é relativamente baixa, mantendo-se em cerca de 3% em 2023.

A sustentabilidade das atividades agropecuárias deve resultar no uso dos recursos naturais, aliado à capacidade de harmonizar produtividade com as demandas por alimentos e matérias primas. Segundo Sachs (2009), para alcançar a sustentabilidade no campo é preciso integrar cinco paradigmas: social, ecológica, cultura e geográfico. No entanto, Souto (1005, p. 8), procurou definir “sustentabilidade somando pobreza, analfabetismo, injustiça social e degradação ambiental, com sinônimo de desenvolvimento humano negativo”. Nesse contexto, o equilíbrio poderia promover melhores condições de vida para a população rural, desde que contemple questões como igualdade salarial, acesso à terra e oportunidades de emprego.

De acordo com a figura 3 abaixo, no que concerne os indicadores de produtividade no programa Agroamigo, observou-se um expressivo aumento no número de agentes de microcrédito de 1.027 em 2018 para 1.239 em 2023, refletindo um esforço contínuo para expandir o alcance do programa. Em relação aos clientes ativos por microcrédito atingiu 1.356 clientes por agente em 2022, antes de cair para 1.141 em 2023.

No que tange a carteira ativa por agente de microcrédito, observa-se um aumento significativo no seu valor ao longo do período analisado, passando de R\$ 5.939,42 mil em 2018 para R\$ 7.207,00 mil em 2023, representando um aumento de aproximadamente 21,3%. Aos clientes ativos por unidade, permanecendo estável, variando entre aproximadamente 6.105 e 6.551 clientes por unidade ao longo do período. Observou-se uma variação na média mensal de operações contratadas, mas permaneceu alta, indicando uma demanda consistente pelo programa.

Tabela 3: Tabela de Indicadores de Produtividade no Programa Agroamigo

ANO	Agentes de Microcrédito	Clientes Ativos por Agente de Microcrédito	Carteira Ativa por Agente de	Clientes Ativos por Unidade	Média de operações

			Microcrédito (em R\$ mil)		contratada Mês
2018	1.027	1.248	5.939,42	6.378	42.107
2019	1.077	1.194	5.698,28	6.272	41.304
2020	1.053	1.277	5.952,88	6.252	47.074
2021	1.040	1.354	6.170,48	6.551	49.148
2022	1.040	1.356	6.616,20	6.528	49.469
2023	1.239	1.141	7.207,00	6.105	48.810

Fonte: Elaborado pelas autoras, utilizando dados do Banco do Nordeste.

Nota: Valores corrigidos pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo – IPCA para 2023.

No estado do Ceará o programa Agroamigo, do Banco do Nordeste, conta com aproximadamente 300 agentes de microcrédito, responsáveis por facilitar o acesso ao crédito para pequenos agricultores e empreendedores rurais, e fortalecendo a economia local. Percebe-se que os agentes têm sido fundamentais para a inclusão financeira e o desenvolvimento sustentável das comunidades rurais, uma vez que por meio do programa Agroamigo, de 2005 a 2023, já oportunizou a realização 959,63 mil operações, com R\$ 3,72 bilhões aplicados em todo o Ceará.

A relação pessoal do Assessor de Microcrédito Rural (AMR) e o beneficiário, de acordo com Abramovay (2008a, p. 33), proporciona “ao agricultor elementos que ele não possuía anteriormente em termos de informação e abertura de novas possibilidades de uso de seus recursos”. Diante das limitações e da vulnerabilidade que caracterizam esse público, o autor ressalta que “ao que tudo indica, o assessor de crédito está preparado para fazê-lo”. Uma aproximação essencial para fortalecer o diálogo, promover o acesso ao conhecimento, construção de laços de confiança e contribuir para o exercício da cidadania.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com presente estudo, foi possível evidenciar a importância do programa Agroamigo no Estado do Ceará, um recurso financeiro de proteção para assegurar a produção e estimular o crescimento da atividade dos agricultores beneficiados. O capital de giro que circula no Ceará, oportuniza a redução da pobreza no campo e o êxodo rural, com

melhores possibilidades para as demandas produtivas e a diversificação das fontes de renda, perseguindo a independência financeira dessas famílias.

A eficácia da metodologia utilizada pelo programa Agroamigo é comprovada pelos baixos índices de inadimplência, maior inclusão financeira e fortalecimento das economias rurais do estado. A democratização do acesso ao crédito com orientação financeira e técnica de acompanhamento contínuo, são essenciais para os resultados positivos do programa, permitindo dignidade e autoestima dos pequenos agricultores e empreendedores rurais.

O programa Agroamigo no estado do Ceará, tem alcançado resultados expressivos com investimentos que ultrapassam R\$ 4,3 desde sua criação em 2005, expandindo a agricultura familiar e beneficiando milhares de pequenos agricultores do estado. O programa de microcrédito do Banco do Nordeste, viabilizou aos cearenses crédito para o financiamento de suas atividades produtivas, que investiram na ampliação das demandas produtivas e melhor qualidade de vida.

O acompanhamento do agente de microcrédito nas áreas rurais do Ceará, auxiliou na identificação de problemas precocemente e a implementação de soluções rápidas, contribuindo para a baixa taxa de inadimplência do programa, que é de cerca de 3% no estado. A experiência e o aprendizado promovem o uso eficiente e produtivo do crédito, alinhado ao objetivo de oferecer aos agricultores familiares do Ceará o microcrédito orientado e produtivo.

O estudo verificou que a agricultura familiar é uma realidade no Estado do Ceará, responsável por uma parte considerável da produção agrícola, englobando culturas diversas e práticas adaptadas às condições específicas da região semiárida. Programas como o Agroamigo ajudam a fortalecer essa agricultura, oferecendo suporte financeiro e orientação, vital para melhorar a produtividade, garantir a segurança alimentar e promover o desenvolvimento econômico nas zonas rurais do estado.

Os resultados mensurados neste presente estudo, ficaram restritos apenas a agricultura familiar no estado do Ceará, através dos dados disponibilizados pelo Banco do Nordeste, que vão além do impacto econômico e podem ter implicações sociais como aumento da renda familiar, concentração de renda, migração e segurança alimentar e nutricional. Todas essas questões sociais são importantes para entender o impacto total do programa e podem fornecer subsídios valiosos sobre como otimizar as estratégias públicas para alcançar benefícios mais amplos e sustentáveis para as comunidades rurais.

Para fortalecer a agricultura familiar, é necessário investimentos em assistência técnica, gestão, comercialização e no fortalecimento das associações entre agricultores. Todas

essas ações promovem o uso eficaz do microcrédito e melhores condições de vida que estimulam a participação dos produtores em associações e cooperativas para fiscalizar políticas públicas. O programa Agroamigo, além de oferecer crédito orientado, contribui para o fortalecimento dos vínculos financeiros voltados ao combate à pobreza (Abramovay, 2010).

Contudo, a indisponibilidade de informações dessas dimensões no Ceará para o período analisado não permitiu análises mais abrangentes. Por fim, os dados disponibilizados e outras pesquisas realizadas evidenciam a relevância do programa Agroamigo para as atividades produtivas das famílias do estado do Ceará, inclusive pela sua relação custo-benefício que é um ponto forte do programa.

REFERÊNCIAS

- ABRAMOVAY, R. (ORG.). **Alcance e limites das finanças de proximidade no combate à inadimplência: o caso do Agroamigo**. São Paulo: FIPE, 2008a. (Texto para Discussão, n. 10).
- ALVES, M. O. **Agroamigo Crescer: expansão do crédito e impactos macroeconômicos nos municípios**. Artigos ETENE, ano 3, n. 7, set. 2022.
- ALVES, CAETANO LAVORATO; THEDIM MANUEL. **A importância da taxa de juros efetiva para garantir, no longo prazo, a estratégia do microcrédito produtivo orientado**. ABCRED, 2004.
- ABRAMOVAY, R. et. al. **Cinco Anos de Agroamigo**. Retratos do público e efeitos do programa. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2012.
- ALVES. M. O. **O Agroamigo e o público potencial do Pronaf b: Uma análise do alcance a partir do cadastro socioeconômico**. Revista Econômica do Nordeste, Fortaleza, v. 46, suplemento especial, p. 161-176, jul. 2015.
- AMARAL, Carlos. **Microfinança e Produção Sustentável nos Ambientes Costeiro e Marinho no Brasil: Possibilidade e Desafios. Estudo realizado a partir de solicitação da AGENCIA COSTEIRA**. fevereiro de 2005, 61p.
- BARONE, FRANCISCO MARCELO. **Introdução ao Microcrédito**. Brasília: Conselho da Comunidade Solidária, 2002.
- BANCO DO NORDESTE – BNB. **A história do banco se confunde com a história da transformação do Nordeste. Fortaleza**. Recuperado em 18 de junho de 2016, Disponível em: <<http://www.bnb.gov.br/historico>>. Acesso em: 16 de junho de 2024.
- BANCO DO NORDESTE – BNB. **Sobre o Agroamigo**. Site do Banco do Nordeste do Brasil, 2023f. Disponível em: <<https://www.bnb.gov.br/agroamigo/sobre>>. Acesso em: 05 de julho de 2024.

BRASIL. Decreto nº 1.946, de 28 de junho de 1996. **Cria o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar - PRONAF, e dá outras providências.** Diário Oficial da União.

BRASIL. Congresso Nacional. **Lei n. 11.326, de 24 de julho de 2006.** Diário Oficial da União, ano 2006.

CACCIAMALI, M. C.; MATOS, F.; MACAMBIRA, J. **O setor de microfinanças e as políticas de microcrédito no Brasil.** In: MATOS, F.; MACAMBIRA, J.; CACCIAMALI, M. C. (Org.). *A atividade e a política de microcrédito no Brasil: visões sobre sua evolução e futuros desafios*. Fortaleza: IDT/USP, 2014. p. 17-34. (Capítulo 1).

DAMASCENO, N. P.; KHAN, A. S.; LIMA, V. P. S. (2005). **O impacto do Pronaf sobre a sustentabilidade da agricultura familiar, geração de emprego e renda no Estado do Ceará.** Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=s01030032004000300007&script=sci_arttex>. Acesso em: 05 de agosto de 2024.

DUARTE, S. P. S.; COSTA, E. M.; ARAÚJO, J. A. **O microcrédito como estratégia de redução da pobreza no Nordeste Brasileiro: uma avaliação a partir do Programa Agroamigo.** Revista Espacios. Caracas, v.38, n. 8, 2017.

DUARTE, J. M.; COSTA, J. S.; ARAÚJO, A. M. **O impacto do programa Agroamigo na redução da pobreza no Nordeste do Brasil.** Revista de Economia e Sociologia Rural, Brasília, v. 55, n. 1, p. 91–108, 2017. <https://doi.org/10.1590/1234-56781806-94790550106>.

FERNANDES; NILTON, **A atuação do Agroamigo junto aos agricultores familiares do grupo b do Pronaf na área de abrangência do banco do nordeste – agência de pau dos ferros.** rn, 2019.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/panorama>>. Acesso em: 09 de agosto de 2024.

LAKATOS, E. M.; & MARCONI, M. A. (2003) **Fundamentos de metodologia científica.** (5a ed.), Atlas.

LIMA, V. S. F. Importância do microcrédito para o desenvolvimento rural do Nordeste. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL**, 49., 2011, Belo Horizonte/MG. *Anais...* Belo Horizonte/MG: SOBER, 2011. (CD-ROM).

LIMA, J. R. F.; GALIZA, E. J.; MEDEIROS, A. C. **O Programa Agroamigo no Nordeste brasileiro: uma análise da distribuição dos recursos por estado.** *Rivista Econômica do Nordeste*, Fortaleza, v. 42, n. 4, p. 759–776, out./dez. 2011.

MACIEL, H. M.; KHAN, A. S.; MYORGA, R. D.; ALENCAR JÚNIOR, J. S. (2012). **O Impacto do Programa de Microcrédito Rural (AGROAMIGO) na melhoria das Condições das Famílias Beneficiadas no Estado do Ceará: Um Estudo de Caso.** Disponível em: <<http://www.ipece.ce.gov.br/economia-do-ceara-em-debate/v-encontro/artigos>>. Acesso em: 05 de julho de 2024.

MACIEL, IRACY SOARES RIBEIRO. **Avaliação da metodologia do agroamigo em Caucaia-CE.** Fortaleza, CE: Banco do Nordeste do Brasil, 2009. 272p. (Série Teses e

Dissertações; v. 17). Disponível em: <<https://www.bn.br/s482-dspace/handle/123456789/162>>. Acesso em: 25 de julho de 2024.

MAIA, G. B. S e PINTO, A. R. **Agroamigo: Uma Análise de sua Importância no Desempenho do PRONAF**. Revista Econômica do Nordeste. Fortaleza. v. 46, suplemento especial, jul. 2015. Disponível em: <<https://www.bn.br/revista/ren/article/view/38/20>>. Acesso em: 30 de julho de 2024.

NUNES, E. M. **O Agroamigo e a estruturação da agricultura familiar em territórios da cidadania: impactos na cadeia da apicultura no Sertão do Apodi (RN)**. Revista Econômica do Nordeste, 2015.

PORFÍRIO, A. C. S., & SILVA, S. M. (2013). **Agricultura familiar no Nordeste do Brasil: necessidade de estudos acadêmicos**. Disponível em: <<http://www.trabalhosfeitos.com/ensaios/a-Agricultura-Familiar-Uma-Alternativa-Para/61488196.html>>. Acesso: 07 de agosto de 2024.

PORTEGAL, L. A. **A inserção da agricultura familiar no mercado**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário. 2004.

SACHS, Ignacy. **Rumo à ecossocioeconomia: teoria e prática do desenvolvimento**. São Paulo: Cortez. 2009.

SOUTO, GERSON TEIXEIRA DE. **Sustentabilidade e desenvolvimento rural: uma abordagem crítica**. *Revista Política Agrícola*, v. 14, n. 4, p. 5–15, 2005.

SILVA, S. PEREIRA; ALVES FILHO, E. **Análise dos impactos econômicos do PRONAF em territórios de baixa dinamização econômica**. UFV: 2008. Machado, L. S. F. (2005) Área de Agricultura Familiar Banco do Nordeste do Brasil. Disponível em: <<http://www.meioambiente.pr.gov.br>>. Acesso em: 01 de agosto de 2024.

SILVA, R. A.. **Microcrédito e suas Relações com o Desenvolvimento Local: Um Estudo de Caso Sobre o Banco da Família**. 2012. 129 f. Monografia (Especialização) - Curso de Economia, Departamento de Ciências Econômicas e Relações Internacionais, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/103896>>. Acesso em 10 de julho de 2024.

TEIXEIRA, E. C. (2002). **O Papel das políticas públicas no desenvolvimento Local e na Transformação da Realidade**. Disponível em: <http://www.dhnet.org.br/dados/cursos/aatr2/a_pdf/03_aatr_pp_papel.pdf>. Acesso em: 31 de julho de 2024.

TONETO JR., RUDINEI; GREMAUD, AMAURY P. **Microcrédito e o financiamento rural: recomendações de desenho e gestão a partir da experiência mundial**. Revista Planejamento e Políticas Públicas – PPP, Brasília, DF: IPEA, n. 25, jun./dez. 2002. Disponível em: <<https://www.ipea.gov.br/ppp/index.php/PPP/article/view/63>>. Acesso em: 13 de julho de 2024.

TOMAS, L. (2014) **Quais são algumas das diferenças entre dados primários e secundários?** Disponível em: <<http://www.ehow.com.br>>. Acesso em: 07 de agosto de 2024.



O PROCESSO DE SATISFAÇÃO DO CONSUMIDOR NO STAND DO ESTADO DO CEARÁ NA FEIRA DE NEGÓCIOS NATURALTECH

Moacir de Souza Júnior

Instituto Agropolos do Ceará

E-mail: msjunior0902@gmail.com

Erika Costa Sousa

Doutoranda em Economia Rural pela Universidade Federal do Ceará (UFC)

E-mail: erikacosta@alu.ufc.br

José Ediglê Alcantara Moura

Doutorando em Economia Rural pela Universidade Federal do Ceará (UFC)

E-mail:edigle.economia@gmail.com

Frederico Marques Rebouças da Costa

Instituto Agropolos do Ceará

E-mail: fred.reboucas@gmsil.com

Grupo de Trabalho (GT): nº 2 – Gestão, Competitividade e Sustentabilidade no Agronegócio Global:
Mercados, Governança e Comércio Exterior

RESUMO

Atender aos desejos dos consumidores exige atenção, pois os indivíduos possuem gostos, necessidades e expectativas distintas. Por isso, empresas e departamentos de marketing costumam focar em segmentos específicos, já que não é viável abranger toda a demanda existente. O mercado consumidor é composto por sujeitos em busca da satisfação de necessidades atuais ou futuras, sendo influenciados por fatores culturais, econômicos, sociais e psicológicos. Com base nisso, este estudo investiga: *Qual é o perfil e o que motiva o consumidor a adquirir produtos da agricultura familiar em uma feira de negócios?* O objetivo geral é compreender o grau de satisfação dos consumidores da feira Naturaltech ao comprarem produtos oriundos da agricultura familiar. Os objetivos específicos são: (a) identificar o perfil social dos consumidores; (b) avaliar a percepção sobre atendimento e preços no stand do Ceará; e (c) analisar como a participação em feiras influencia a adoção de novos produtos. Metodologicamente, a pesquisa é de natureza exploratória, com coleta de dados via Google Forms junto a consumidores do stand do Ceará na Naturaltech, realizada em São Paulo entre 12 e 15 de junho de 2024. A amostra foi composta por 30 consumidores selecionados aleatoriamente.

Palavras-chave:

Agricultura familiar
Consumidor
Mercado
Produto

ABSTRACT

Meeting consumer desires requires careful attention, as individuals have different tastes, needs, and expectations. Therefore, companies and marketing departments tend to focus on specific market segments, since it is not feasible to cover all existing demand. The consumer market consists of individuals seeking to satisfy current or future needs, influenced by cultural, economic, social, and psychological factors. Based on this context, this study investigates: What is the profile of consumers and what motivates them to purchase products from family farming at a business fair? The main objective is to understand the level of consumer satisfaction at the Naturaltech fair when purchasing products from family farming. The specific objectives are: (a) to identify the consumers' social profile; (b) to evaluate their perception of the service and prices at the Ceará stand; and (c) to analyze how attending fairs influences the adoption of new products. Methodologically, this is an exploratory study. Data were collected through a Google Forms survey applied to consumers at the Ceará stand during the Naturaltech fair, held in São Paulo from June 12 to 15, 2024. The sample consisted of 30 randomly selected participants.

Keywords:

Family farming

Consumer

Market

1 INTRODUÇÃO

Satisfazer os desejos dos clientes requer um trabalho minucioso, isso porque as pessoas possuem gostos diferentes, não tem as mesmas vontades, anseios e necessidades, por esse motivo é que as empresas, departamentos de *marketing* e até mesmo pessoas físicas trabalham apenas com determinados segmentos do mercado, já que não se consegue abranger toda a demanda existente no mundo.

Na microeconomia, a satisfação do consumidor é explicada pela busca racional por maximizar a utilidade, ou seja, o bem-estar obtido com o consumo de bens e serviços, considerando suas preferências e limitações orçamentárias. O consumidor atinge a satisfação quando equilibra seus gastos de forma a obter o máximo benefício possível dentro de suas condições (MANKIW, 2013).

Dividir o mercado auxilia na obtenção dos objetivos traçados nas estratégias de *marketing*, oferecendo um produto que siga as exigências e supere as expectativas desse determinado grupo de clientes que foi selecionado. Entretanto, para o sucesso desse processo, é necessário, primeiramente, um planejamento dos fatores a serem executados, para assim, ser capaz de atingir o público-alvo desejado e ter maiores chances de o produto estar adequado ao tempo e desejo desses consumidores.

Segundo Churchill (2000, p. 204) “segmentação de mercado é o processo de dividir um mercado em grupos de compradores potenciais que tenham semelhantes necessidades e desejos, percepções de valores ou comportamento de compra”.

Apesar das organizações, ou quiçá, pessoas físicas definirem seus mercados-alvos, as mesmas podem se equivocar na compreensão das necessidades e desejos, proporcionando resultados de extrema insatisfação de seus clientes. Para isso, é preciso selecionar adequadamente as características de seu mercado-alvo, seguindo um processo adequado ao seu objetivo.

Pride e Ferrell (2000) indicam as cinco etapas de um processo adequado: primeiramente, devem elaborar ações estratégicas que melhor se assemelha ao perfil de consumidores que desejam seguir, ou seja, seu público-alvo; e em seguida, estabelecer as variáveis de segmentação que serão executadas; depois, desenvolver os perfis de segmentação de mercado para facilitar a maneira de servir ao público-alvo; fazer uma análise mais profunda para identificar qual o segmento mais importante; e finalmente, selecionar o mercado-alvo específico. Enfim, a realização de um planejamento na definição do mercado-alvo proporciona para a empresa a melhor forma de evitar vendas perdidas e custos desnecessários.

Quando se toma a decisão de selecionar, com antecipação seu mercado-alvo, enseja-se um importante passo, pois, temos a oportunidade de elaborar processos adequados para atender às exigências do mercado com relação às necessidades e desejos da demanda. Por isso, é fundamental definir uma estratégia de segmentação que mais se encaixa com os aspectos referentes à concorrência e a realidade do mercado.

Tanto empresas quanto pessoas físicas devem procurar abranger vários mercados-alvos, com o intuito de estabelecer em qual perfil de consumidor pretende atuar, ou seja, segmentando o mercado, dividindo-o em grupo de clientes que têm necessidades e desejos, percepções de valor ou de comportamentos de compra semelhantes.

Ainda para Pride e Ferrell (2000) a segmentação representa uma poderosa arma estratégica que conduz as organizações a ganhar com mais facilidade uma parcela de vendas dentro de determinado subgrupo, ao invés de tentar buscar uma participação de todos os usuários de diversas categorias de mercado.

De acordo com Kotler (2000, p. 30),

Os segmentos de mercados podem ser identificados analisando-se diferenças demográficas, psicográficas e comportamentais existentes entre os compradores. A empresa decide então que segmentos apresentam as maiores oportunidades – aqueles cujas necessidades a empresa pode atender de maneira superior.

Ainda para Kotler (2000), referentes às bases demográficas, serão analisados a idade, o sexo, o tamanho da família, o ciclo de vida, a renda, a ocupação e a nacionalidade. A partir daí, são oferecidos produtos e serviços para cada segmento na forma de atrativos. Já nas diferenças psicográficas, analisará os aspectos relacionados ao comportamento do consumidor, tais como: a classe social, estilo de vida e personalidade. Nas bases comportamentais, verifica-se as ocasiões de compra, os benefícios desejados, o perfil do usuário, o grau de uso e lealdade perante aos produtos e serviços ofertados.

Nesta perspectiva, este estudo se propõe a responder o seguinte questionamento: Qual é, e o que leva o consumidor a adquirir produtos oriundos da agricultura familiar em uma feira de negócios?

Como objetivo geral procura-se compreender o grau de satisfação do consumidor em uma feira de negócios (Naturaltech) ao adquirir produtos de origem da agricultura familiar. Os objetivos específicos foram: a) identificar o perfil social desses consumidores; b) analisar como o consumidor avalia o atendimento e os preços praticados no *stand* do Ceará; c) interpretar de que maneira o consumidor ao frequentar feiras influencia no ato de adquirir novos produtos.

A principal contribuição deste estudo reside na compreensão do comportamento do consumidor frente aos produtos oriundos da agricultura familiar em um ambiente de feira de negócios, como a Naturaltech. Ao analisar o grau de satisfação do público e os fatores que influenciam sua decisão de compra, como atendimento, preço e percepção de valor, a pesquisa oferece subsídios concretos para o aprimoramento das estratégias de segmentação e posicionamento de produtos da agricultura familiar. Além disso, ao focar especificamente no stand do Ceará, o estudo revela como ações como o Projeto São José podem potencializar o escoamento da produção local, estimular a geração de renda e ampliar a visibilidade dos produtores, contribuindo para o fortalecimento de políticas públicas voltadas ao desenvolvimento rural sustentável e à inserção competitiva desses agricultores em mercados especializados.

Além desta seção inicial, o artigo traz em seu interior (segunda seção) uma fundamentação teórica, na qual são tratados os assuntos mais relevantes para o estudo. Na terceira seção são descritos os procedimentos metodológicos utilizados para elaborar e

desenvolver a pesquisa. Menciona ainda os resultados da pesquisa de campo, apresentando uma interpretação do perfil dos consumidores no *stand* do Ceará na feira de negócios Naturaltech. Por fim, as considerações finais e as referências utilizadas ao longo do estudo. Diante do exposto acima, o Projeto São José busca proporcionar aos seus beneficiários a possibilidade de os mesmos colocarem seus produtos em evidência favorecendo assim, não apenas um meio de escoar a produção, mas também de geração de renda com o sentido de fortalecer a agricultura familiar, além de conhecer novas possibilidades de rodas de negócio e dar visibilidade aos produtores.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A satisfação do consumidor é um conceito amplamente estudado na literatura de marketing e refere-se ao grau em que os produtos ou serviços atendem ou superam as expectativas do consumidor (KOTLER; KELLER, 2024). De acordo com Oliver (1980), a satisfação é um processo de avaliação pós-compra que compara as expectativas do consumidor com a performance percebida do produto ou serviço adquirido. A relevância da satisfação do consumidor está diretamente ligada à lealdade à marca, à intenção de recompra e ao boca-a-boca positivo (ZEITHAML *et al.*, 2018).

Sob o ponto de vista mercadológico, palavras como motivação, pensamentos, percepções, sentimentos, necessidades e desejos estão relacionadas de forma direta ao analisar e compreender o comportamento do consumidor, bem como o seu poder de decisão de compra.

Mowen e Minor (2003, p. 3) aponta que, “o comportamento do consumo é definido como o estudo das unidades compradoras e dos processos de troca envolvidos na aquisição, no consumo e na disposição de mercadorias, serviços, experiências e idéias”.

De acordo com Cobra (1992, p. 201),

O consumo é largamente influenciado pela idade, renda, nível de educação, pelo padrão de mobilidade e gosto dos consumidores. Isso tudo tem levado [...] a compreender o comportamento dos consumidores, buscando agrupá-los em segmentos homogêneos de consumo.

Ao compreender o desejo de compra dos consumidores, se faz necessário considerar as motivações e influências que impactam nas suas decisões. É preciso analisar de forma profunda todo o processo decisório, no sentido de identificar qual o interesse do

consumidor diante dos mais diversos contextos, buscando assim, desenvolver produtos de acordo com o perfil dos consumidores e das demandas do mercado.

O mercado consumidor é formado por sujeitos que tentam satisfazer seus desejos e necessidades, sejam eles atuais ou futuros. É de fundamental importância entender o comportamento do mercado consumidor, pois estímulos culturais, econômicos, psicológicos e sociais podem influenciar no momento da compra.

Para compreender o processo de decisão de compra do consumidor, é necessário analisar as cinco etapas elencadas por (CHURCHILL, 2000). São elas: reconhecimento da necessidade, busca de informações, avaliação das alternativas, decisão de compra e avaliação pós-compra. Cada uma das fases representa um momento do perfil do consumidor e sua complexidade no momento da compra.

Segundo Engel, Kollat e Blackwell (2000) apontam que esse reconhecimento ocorre partindo da diferença entre o desejo do indivíduo e a real necessidade que ele precisa de determinado bem. O que irá desencadear o processo de decisão de comprar ou não determinado produto.

Segundo Pride e Ferrell (2000), essa etapa pode ser intitulada de identificação do problema, pois equivale ao momento em que esse consumidor reconhece a necessidade de adquirir determinado bem. Para isso, sensações como fome, sede ou cansaço, que são considerados estímulos internos; ou, ver um anúncio de promoções, participar de um evento social ou simplesmente visitar um supermercado, que são fatores externos, podem levar o sujeito a querer resolver determinado problema.

Na busca por conhecimento, o consumidor procura averiguar o maior número de informações sobre determinado produto, usando para isso a coleta e análise obtidas através de pesquisa, seja ela de caráter verbal, numérica ou visual, buscando assim satisfazer seu desejo com o intuito de resolver seu problema (PRIDE E FERRELL, 2000).

Rypl (2010, p. 20) indica que:

O comprador parte de um universo com todas as marcas e vai “filtrando” suas opções de forma que possa aplicar critérios de seleção de forma mais eficaz. Ao fazer a seleção, os consumidores buscam aqueles atributos que sejam importantes e descartam os irrelevantes usando regras sistemáticas ou heurísticas (SHETH; MITTAL; NEWMAN, 2001).

Ressaltamos que as lembranças armazenadas na memória do consumidor podem influenciar no momento da compra. Entretanto, informações obtidas por meio de familiares,

amigos, cartazes entre outros, podem também contribuir para uma tomada de decisão do indivíduo (ENGEL, BLACKWELL, MINIARD, 2000).

Ao avaliar as alternativas (terceiro estágio no processo de decisão de compra), o sujeito analisa todos os aspectos para decidir se compra ou não determinado produto que atenda sua necessidade, levando em consideração preço e oferta.

Segundo Pride e Ferrell (2000), diante da imensa diversidade e da complexidade existente no mercado, o consumidor recolhe o maior número de dados para escolher o seu produto final, levado em consideração sua preferência, expectativa e característica.

Para Engel, Blackwell e Miniard (2000, p. 122), a principal motivação da busca na pré-compra é o desejo de fazer melhores escolhas de consumo. De forma semelhante, a busca continuada pode ser motivada por desejos de desenvolver uma base de conhecimento que possa ser usada na tomada de decisão futura. Busca continuada, entretanto, também pode ocorrer simplesmente por causa da diversão derivada desta atividade.

Diante do exposto, entende-se que, ao buscar um produto proveniente da agricultura familiar, o consumidor não busca algo imediato. Trata-se de um sujeito que possui um maior padrão de consciência para satisfazer suas escolhas, na qual ele valoriza a origem, a forma como o produto foi concebido (do campo à mesa do consumidor), e que exige uma mercadoria de boa procedência e qualidade de quem está a vender.

Lunkes, Brandão e Dörr (2022, p. 3) apontam que:

Nesse contexto, é importante reconhecer as diferentes formas de participação da agricultura familiar nos mercados, a fim de questionar e possibilitar maneiras de fortalecer os mesmos. Além do mais, observa-se um consumidor cada vez mais consciente e exigente (LARENTIS, 2012) buscando não mais apenas produtos, mas sim, através dos produtos, suprir suas necessidades pessoais. Para tanto, comprehende-se que o estudo sobre o perfil do consumidor é importante na medida que auxilia na compreensão das características, dos comportamentos e valores dos consumidores de um determinado nicho ou estabelecimento.

Dialogando com a citação acima, entendemos a necessidade da agricultura familiar se adequar às necessidades do mercado consumidor, e que sempre está em constante transformação, sendo necessário o meio rural investir maciçamente em novas tecnologias para poder atender aquilo que os seus clientes desejam e possam conquistar uma nova clientela, além de fidelizá-los.

Desse modo, o stand do Estado do Ceará na feira Naturaltech tem se destacado pela oferta de produtos regionais que valorizam a biodiversidade e a cultura local. A satisfação

dos consumidores neste contexto pode ser analisada a partir de elementos como a ambientação do stand, a apresentação dos produtos, e a interação com os expositores, que desempenham um papel crucial na criação de uma experiência positiva.

3 METODOLOGIA

Ao se organizar de forma metodológica para ir em busca de uma resposta para determinado estudo, se faz necessário se estruturar para descobrir o que se deseja. É explicar nos seus por menores a abordagem realizada na pesquisa, na qual os métodos utilizados possam gerar dados que responda de maneira convincente aquilo que procuramos saber. Ou seja, é apresentar as escolhas metodológicas que foram seguidas, como: natureza da pesquisa, os objetivos, a técnica que foi utilizada na recolha dos dados e como foi realizada a análise dos dados).

Nesse sentido, Oliveira (2011, p. 7) indica que:

Metodologia literalmente refere-se ao estudo sistemático e lógico dos métodos empregados nas ciências, seus fundamentos, sua validade e sua relação com as teorias científicas. Embora procedimentos variem de uma área da ciência para outra, por exemplo, da área de exatas para a área de humanas – diferenciadas por seus distintos objetos de estudo, consegue-se determinar alguns elementos que diferenciam o método científico de outros métodos (filosófico e algoritmo – matemático etc.).

Complementando a citação acima compreendemos que ao se realizar uma pesquisa investigativa, a escolha do pesquisador por determinado assunto, bem como o que levou a pesquisar sobre o tema em questão deve ser levado em consideração.

A utilização de método científico possibilita validar a pesquisa, de maneira que os resultados sejam aceitos, pois respondem ao problema formulado, buscando assim, atingir de maneira satisfatória os objetivos do estudo, cumprindo com às regras estabelecidas (OLIVEIRA, 2022; GIL, 1999; RUDIO, 1980).

A metodologia empregada para a recolha de dados foi de uma pesquisa de caráter exploratório, na qual foi utilizada a plataforma *Google Forms*. Dessa forma, a pesquisa possuiu caráter exploratório.

O público participante do estudo eram os consumidores que se fizeram presentes durante a realização da feira Naturaltech, que teve como palco a cidade de São Paulo, ocorrido no período de 12 a 15 de junho de 2024.

O questionário foi aplicado no momento em que os consumidores finalizavam suas compras no stand de vendas do Ceará na Naturaltech. O instrumento foi respondido pela população pesquisada por meio de um tablet disponibilizado para a coleta das respostas. Os sujeitos participantes da pesquisa antes de acessarem o questionário foram orientados a lerem o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (seção 2) para que ficassem a par sobre o teor da pesquisa. Ao aceitar participar da pesquisa, o respondente teve acesso ao questionário.

Indicamos que todos os 30 (trinta) sujeitos abordados resolveram participar do estudo em questão. Salientamos que se tratar apenas de uma pequena amostra da população que além de visitar o *stand*, também adquiriu (comprou) algum produto oriundo da agricultura familiar no local. A idade dos participantes da pesquisa variou entre 19 a 68 anos.

A coleta de dados para pesquisa deu-se através de um questionário multitemático original com perguntas semiestruturadas, contendo 16 questões divididas em 8 seções. As perguntas versaram sobre: identificação, raça, gênero, escolaridade, profissão, município no qual reside, participação em feiras, atendimento realizado no stand, preços praticados entre outras questões.

De acordo com Mucchielli (1978, p. 124),

[...] pode-se definir questionário como a técnica de investigação composta por um número mais ou menos elevado de questões apresentadas por escrito às pessoas, tendo por objetivo o conhecimento de opiniões, crenças, sentimentos, interesses, expectativas, situações vivenciadas etc.

Indicamos aqui que a adesão para participar da pesquisa foi voluntária, na qual cada participante se fez presente em algum dia da feira que ocorreu no período de 12 a 15 de junho de 2024.

A pesquisa tem um caráter descritivo, no qual conta com uma abordagem de cunho qualitativo e quantitativo, já que definimos como uma melhor ferramenta para responder as questões objetivas da pesquisa.

Nesse sentido, apresentamos abaixo um quadro comparativo entre o que é pesquisa quantitativa e pesquisa qualitativa apresentado por Mineiro, Silva e Ferreira (2022, p. 206-207) para que se possa compreender melhor cada uma delas de acordo com o conceito de cada autor.

Quadro 1 – Alguns conceitos de pesquisa qualitativa e quantitativa conforme autores

Autores (ano)	Pesquisa Qualitativa	Pesquisa Quantitativa
Prodanov e Freitas (2013)	“[...] considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números” (p. 70).	“[...] considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las” (p. 69).
Tozoni-Reis (2009)	“[...] aprofunda-se naquilo que não é aparente” (p. 10).	“[...] dá ênfase aos dados visíveis e concretos” (p. 10).
Gerhardt e Silveira (2009)	“[...] não se preocupa com representatividade numérica, mas, sim, com o aprofundamento da compreensão de um grupo social, de uma organização, etc.” (p. 31).	“[...] se centra na objetividade [...] recorre à linguagem matemática para descrever as causas de um fenômeno, as relações entre variáveis, etc.” (apud FONSECA, 2002, p. 33).
Chizzotti (1995)	“[...] fundamentam-se em dados coligidos nas interações interpessoais, na coparticipação das situações dos informantes, analisadas a partir da significação que estes dão aos seus atos” (p. 51).	“[...] prevêem a mensuração de variáveis preestabelecidas, procurando verificar e explicar sua influência sobre outras variáveis, mediante a análise da frequência de incidências e de correlações estatísticas” (p. 51).
Moreira e Caleffe (2008)	“[...] explora as características dos indivíduos e cenários que não podem ser facilmente descritos numericamente” (p. 73).	“[...] explora as características e situações de que dados numéricos podem ser obtidos e faz uso da mensuração e estatísticas” (p. 73).

Fonte: Mineiro, Silva e Ferreira, set./dez.,2022.

Podemos constatar que cada conceito tem característica própria. Não estamos aqui para indicar qual das duas abordagens é melhor, e sim, que é preciso se fazer uma ciência

investigativa e que se faça avançar dentro do estudo. É como assevera Flick (2009, p. 47-48) um processo de disputa não favorece à construção do conhecimento, já que cabe ao pesquisador optar pela melhor abordagem, já que “[...] determinada pela apropriabilidade do método ao assunto em estudo e às questões de pesquisa”.

Desta feita, optamos por um estudo de caso, pois consideramos que a pesquisa se faz presente por amostragem, bem como os participantes da pesquisa serem oriundos das mais diversas localidades, não se restringindo assim, a um só determinado lugar, já que o local da pesquisa se deu no estado de São Paulo, tendo recebido pessoas de todos os lugares do Brasil e da América Latina.

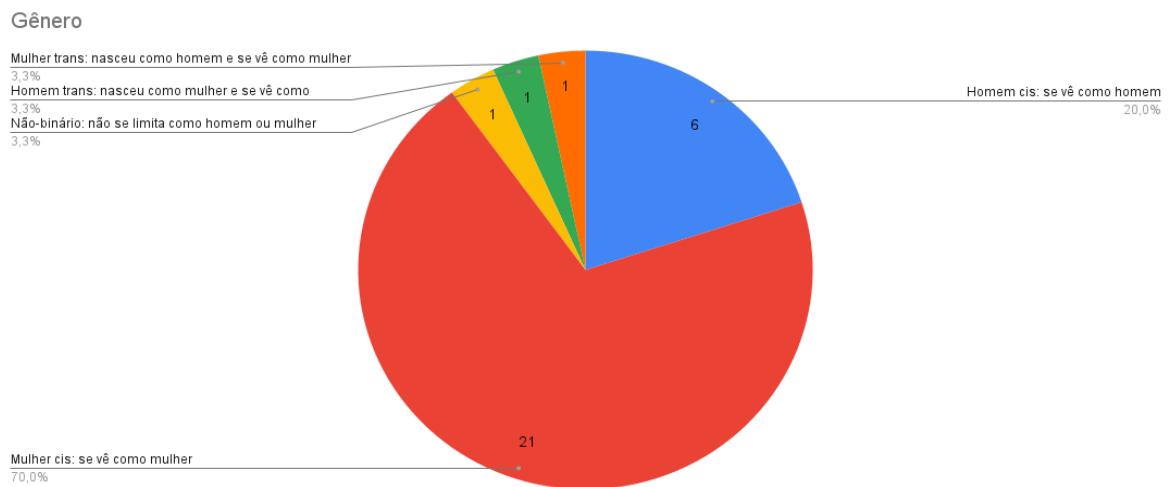
Para Andres *et al* (2020), o uso da estatística descritiva disponibilizada pela plataforma *Google Forms* foi o procedimento utilizado para a análise dos dados. Ressaltamos que a própria plataforma salva as informações recolhidas em uma tabela de Excel, ao mesmo tempo em que realiza as análises dos dados de forma a facilitar o trabalho do pesquisador, ao mesmo tempo em que gera a possibilidade de novas tabelas complementares, favorecendo assim uma melhor compreensão do estudo.

3.1 Análise dos dados

Os resultados encontrados através do questionário foram analisados a partir de um estudo descritivo sendo dispostos em seis gráficos. A denominação dos gráficos foi baseada nas perguntas do questionário, como faixa etária, nível de escolaridade e fatores que a levaram comprar no *stand* do Ceará os produtos oriundos da agricultura familiar. Vale referir que os dados resultantes da pesquisa foram respaldados de acordo com literatura pertinente.

Perguntamos aos participantes como eles se identificavam quanto a questão de gênero temos a seguinte situação:

Gráfico 1 – Gênero



Fonte: UGP/PSJ III – 2^a fase. Geplama. Agosto/2024.

Indicamos que 27 (vinte e sete) pesquisados se consideram como homem e mulher cis (aquele que se vê com o sexo de nascimento). Vale ressaltar que o número de mulheres respondentes foi bem superior o de homens. O que podemos afirmar que a grande maioria dos visitantes na feira de negócios Naturaltech foi de mulheres o que ficou evidenciado nos 04 (quatro) dias de evento.

Temos 03 (três) respondentes que se identificam com as novas possibilidades de identidade de gênero e se apresentam como algo que faz parte da construção social do indivíduo e possibilita a evolução da sociedade. Dessa forma, Bissoli, Covello, Pisseli e Santos (2018, p. 3) apontam que:

A construção social em torno da sexualidade afunilou a visão de diversidade que ela deveria possuir. Carvalho, Andrade e Menezes (2009) explanam a associação de sexo, gênero e orientação sexual que carrega consigo a correspondência de homem-masculino-atração sexual por mulher e mulher-feminina-atração sexual por homem. A união e imposição dessas três manifestações contribuem para que a heterossexualidade seja vista como algo “normal/natural”, enquanto outras variações sejam excluídas e/ou tidas como erradas e “perversas”. Porém um olhar detalhado e aplicado socialmente sobre o tema deixa entrever que não há apenas essa relação “natural” imposta: a escolha de parceiros românticos e/ou sexuais dependerá da atração física de cada um, ou seja, da orientação sexual daquele indivíduo e não do gênero em questão (macho/fêmea), tornando a orientação sexual um dos principais elementos na identidade sexual de cada um.

Dialogando com a citação acima, entendemos que por mais que tenhamos evoluído como seres humanos, ainda se faz preciso avançar em políticas públicas inclusivas para que possamos tratar o outro, com respeito e solidariedade apesar de suas escolhas quanto a questão de gênero.

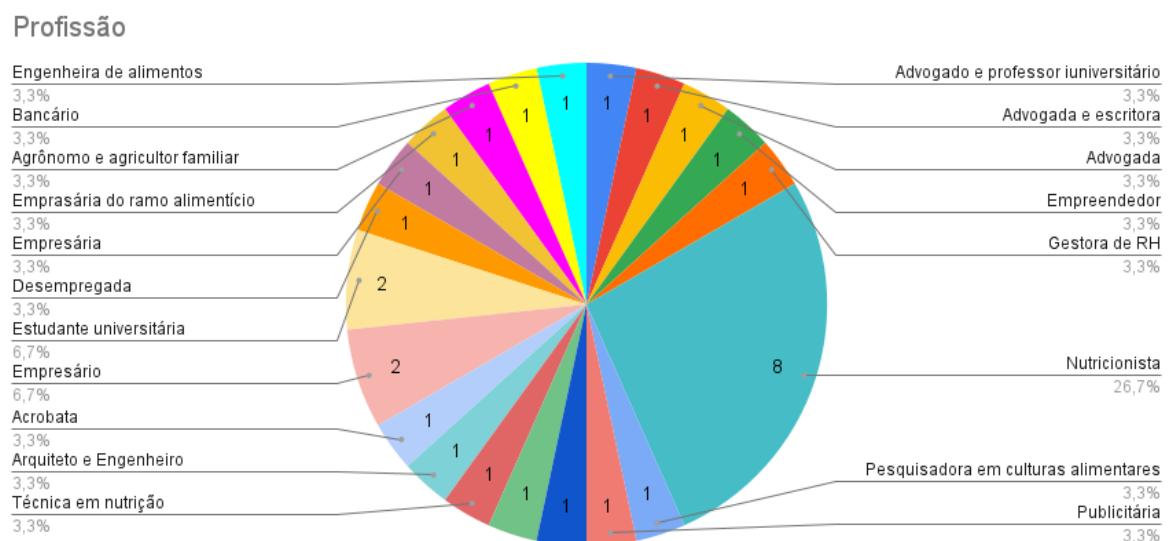
Em seguida perguntamos sobre a questão de cor ou raça e obtivemos as seguintes respostas: i) 19 ou 63,3% pessoas se consideram brancas; ii) 8 ou 26,7% indicam que são pardas; iii) 02 ou 6,7% afirmam ser pretas; e, iv) 1 ou 3,3% se considera indígena.

A pergunta seguinte foi sobre escolaridade. As respostas encontradas foram: i) 27 ou 90% dos pesquisados afirmam ter ensino superior completo; ii) 2 ou 6,7% dos participantes responderam que possuem ensino superior incompleto; e, apenas 1 ou 3,3% indicou ter ensino médio completo.

Ao analisar a questão da escolaridade da população pesquisada, entendemos que a feira Naturaltech é realizada para atingir um público muito específico e isso fica claro conforme o gráfico apresentado abaixo, que trata sobre a questão da profissão em que os pesquisados atuam dentro do mercado de trabalho e impacta diretamente nesse processo de quanto maior a escolaridade, maior a inserção de influenciar no processo de compra.

Quanto a profissão exercida pelos respondentes da pesquisa o gráfico abaixo mostra o quanto diversificado foram as informações prestadas pelos participantes.

Gráfico 2 – Profissão



Fonte: UGP/PSJ III – 2^a fase. Geplama. Agosto/2024.

Ao analisar o gráfico acima verificamos que uma boa parte dos sujeitos pesquisados, 13 ou 43,2% das respostas colhidas, trabalham diretamente com áreas que estão relacionadas com a proposta da feira, que é a questão da alimentação. Dentro desse patamar encontramos as seguintes áreas: nutricionista com 8 participantes, pesquisadora em culturas alimentares, técnica em nutrição, empresária do ramo alimentício, agrônomo e agricultor familiar, e engenheira de alimentos cada um com 1 (um) representante.

Podemos verificar que as pessoas se disponibilizaram a responder a pesquisa são oriundas de várias localidades. Temos a seguinte configuração: 20 pessoas são do estado de São Paulo, 3 sujeitos do estado de Minas Gerais, 2 do estado do Rio de Janeiro, Goiânia – GO, Blumenau – SC, Salvador – BA, Colônia Witmarsun – PR, cada um com apenas 1 (um) participante). Temos também um participante da cidade de La Paz – Bolívia.

Foi perguntado aos indivíduos, se os mesmos já tinham frequentado a Naturaltech em edições anteriores e, as respostas indicam que: a) 18 ou 60% afirmam já ter participado; b) 12 ou 40% indicam que não. Em conversas informais os pesquisados que já frequentaram edições anteriores asseveram que ao participar pela primeira vez se fica impelido a vir em novas edições, já que sempre surge algo novo e o processo inovador é sempre um diferencial, seja como expositor, seja como consumidor.

No que diz respeito a questão sobre a participação dos respondentes em outras feiras nos moldes da Naturaltech temos o seguinte cenário: a) 17 ou 56,7% revelam terem participado; e, b) 13 ou 43,3% disseram que não. É possível afirmar que o público que participa desses eventos sempre busca estarem atento com o que se estar produzindo, bem como apresentar seus produtos.

Conforme o site da feira de negócios Naturaltech¹¹, é a maior feira de negócios em produtos naturais em toda a América Latina: com extensa área de exposição com centenas de marcas, palco de lançamentos, tendências de consumo e o encontro anual de negócios do segmento (NATURALTECH, 2024).

Reconhecida como líder no mercado, a feira reúne os principais expositores de produtos naturais, integrais, probióticos, fitoterápicos, tratamentos complementares, nutrição esportiva, estética, além de ser uma impulsionadora de novos negócios. Sendo considerada a melhor experiência de negócios e networking do mercado.

Foi perguntado aos respondentes qual a impressão deles quanto o *stand* do Ceará na feira. Os resultados encontrados foram: i) 19 sujeitos classificaram como excelente; ii) 9 disseram que era ótimo; e, iii) 2 afirmaram ser bom.

¹¹ Disponível em: <https://naturaltech.com.br/pt/>

Em seguida perguntamos sobre o que achavam da disposição dos produtos expostos no *stand*. As respostas coletadas estão dispostas no gráfico abaixo.

Gráfico 3 – Avaliação da disposição dos produtos no *stand*



Fonte: UGP/PSJ III – 2^a fase. Geplama. Agosto/2024.

Dialogando com o gráfico acima é possível afirmar que à disposição de produtos no *stand* influencia de maneira positiva ou negativa no ato de comprar determinado produto. Entendemos que o local físico é um dos aspectos que os profissionais de marketing têm mais atenção, pois, apresentam características de fácil observação, por isso deve proporcionar conforto e prazer ao cliente a fim de conduzi-lo a efetivar a compra. Como exemplos têm a ambientação da loja em relação a sua decoração, a iluminação, ao som, aos aromas, a maneira como os produtos estão expostos nas prateleiras e a localização da loja (PRIDE; FERRELL, 2000).

A pergunta seguinte versou sobre o atendimento realizado pelos produtores/agricultores no *stand* do Ceará. De acordo com a recolha das respostas temos o seguinte cenário: i) 18 ou 60,0% dos respondentes afirmam estarem muito satisfeitos; ii) 5 ou 16,7% indicaram estarem satisfeitos; iii) 3 ou 10,6% asseveram que estavam muito insatisfeitos; iv) 3 ou 10,6% responderam que era indiferente; e, por fim, v) 1 ou 3,3% indicou insatisfação.

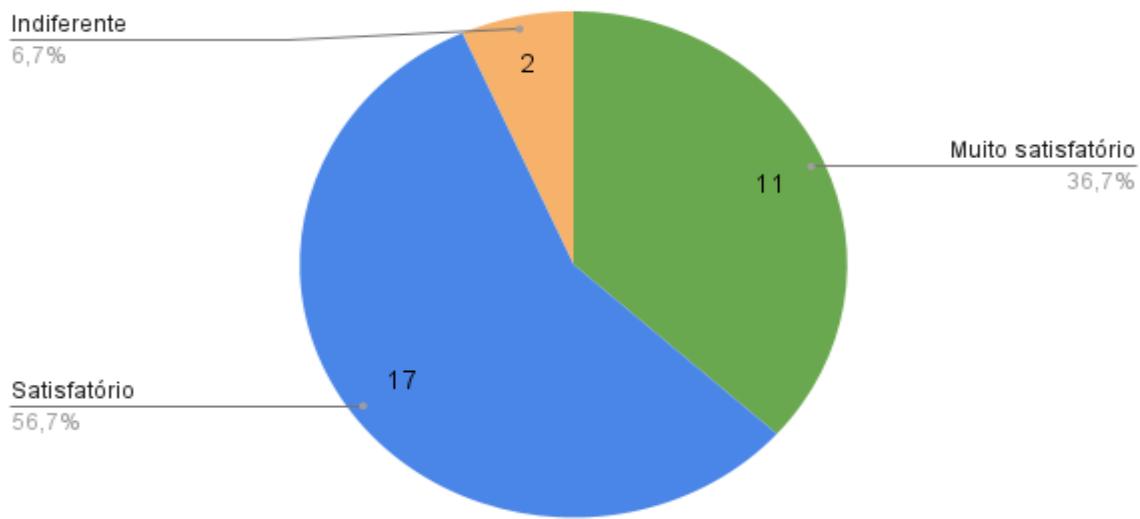
Parafraseando Cobra (1992) os consumidores podem manifestar atitudes favoráveis e desfavoráveis, dependendo de seu comportamento e opinião referente ao produto que pretende comprar. Com isso, pode-se perceber que o ser humano tem atitudes a respeito de quase tudo que o rodeia, como por exemplo, a religião, a roupas, a músicas entre outras. Por isso, quando existir uma situação que o cliente demonstrar uma atitude desfavorável sobre o produto, a pessoa que está atendendo esse consumidor deverá trabalhar intensamente neste produto para reverter essa situação.

No que diz respeito aos produtos apresentados pelos produtores/expositores, os consumidores indicaram que: a) 18 ou 60,0% estavam muito satisfeitos; b) 8 ou 26,7% afirmaram estarem satisfeitos; c) 2 ou 6,7% asseveraram que se sentiam muito insatisfeitos; e, d) 2 ou 6,7% são indiferentes.

Quanto à questão dos preços praticados na feira em relação aos produtos expostos no *stand* do Ceará temos a seguinte configuração, conforme o gráfico abaixo.

Gráfico 5 – Os preços cobrados pelos produtos

Os preços cobrados pelos produtos podem ser considerados como sendo



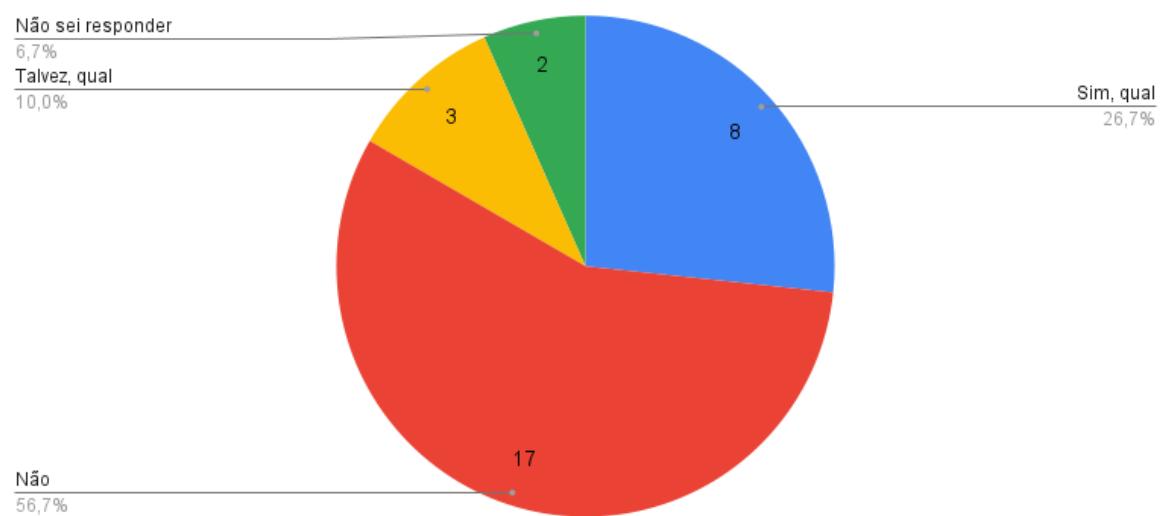
Fonte: UGP/PSJ III – 2^a fase. Geplama. Agosto/2024.

Analisando as respostas indicadas no gráfico acima, podemos afirmar que um preço justo e dentro da realidade faz com que o consumidor se sinte confortável para levar o produto e isso faz todo o diferencial.

Ressaltamos que o cliente verificará se os benefícios adquiridos foram mais altos que o custo da compra, isso ocorrendo, ocasionará uma satisfação do mesmo. Por isso é tão importante que o preço praticado seja competitivo, para que esse consumidor volte a adquirir o produto, bem como outros. Ao mesmo tempo em que ele possa servir como influenciador para futuros compradores, já que sua opinião pode ser importante para futuros compradores. Perguntamos aos participantes da pesquisa se faltou algum tipo de produto oriundo da agricultura familiar que não foi exposto no *stand* do Ceará. O gráfico abaixo nos mostra o cenário encontrado.

Gráfico 6 – Falta de algum tipo de produto da agricultura familiar que não foi exposto no *stand* do Ceará

Faltou algum tipo de produto da agricultura familiar que não foi exposto no stand do Ceará



Fonte: UGP/PSJ III – 2^a fase. Geplama. Agosto/2024.

Analizando as informações prestadas pelos pesquisados é possível observar que a grande maioria acredita que nenhum produto faltou. Porém, para 11 ou 36,7% dos participantes indicaram sim e/ou talvez a falta de algum tipo de produto oriundo da agricultura familiar. Os produtos elencados por eles foram: a) frutas e polpas de frutas típicas do Ceará; b) camarão e frutos do mar; e, c) queijo coalho.

Ao abordar de forma informal aos 11 sujeitos que indicaram a falta de produto, os mesmos declararam conhecer o Ceará e suas iguarias apontadas, ao mesmo tempo em que era uma forma de outras pessoas conhecerem algo tão peculiar da alimentação do cearense.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O artigo teve por objetivo traçar um panorama sobre o processo avaliativo de “Satisfação do consumidor no *stand* do Ceará na Naturaltech”, conforme respostas colhidas através de questionário.

As respostas acima apresentaram uma visão geral sobre o comportamento do consumidor na feira Naturaltech, suas ideias, sentimentos, contradições, o ato de adquirir determinado produto atendimento recebido, produto em exposição entre outras questões que foram levantadas para um melhor entendimento sobre o assunto em questão.

O Projeto São José em todo o decorrer de sua história sempre se fez presente nos mais diversos lugares na busca para levar seus beneficiários a trilharem novas possibilidades para escoarem suas produções. Dessa forma, ao investigar a satisfação do consumidor na Naturaltech, o PSJ procura estar em consonância com um público que consome os produtos que são oriundos da agricultura familiar, bem como entender o que essa população procura para satisfazer seus desejos.

Vale salientar que o público feminino é muito presente na feira e é uma consumidora que deve ser investigada com maior profundidade, já que as mesmas são detentoras de poder de decisão. Se faz necessário analisar o comportamento das mulheres como consumidoras finais, pois é preciso levar em conta as suas reais necessidades, buscando informações que as induzam a finalizar a compra, avaliando as alternativas que auxiliam na satisfação de suas necessidades, verificando sua decisão e finalmente avaliando o pós-compra, procurando assim, verificar o que foi comprado e se realmente atendeu às expectativas do público feminino.

A parir dos dados resultantes da pesquisa de campo que abordaram diversas questões a respeito do perfil dos consumidores que participaram da feira Naturaltech, no qual comprou um ou mais produtos no *stand* do Ceará, é possível para o Projeto São José (PSJ) executar novas estratégias que atraiam mais atenção nas próximas feiras, desenvolver metodologias mais assertivas para facilitar a decisão de compra dos futuros consumidores, em especial as mulheres. É necessário também identificar futuros clientes potenciais que possam alavancar os negócios dos beneficiários do PSJ, além de facilitar a realização de ações que construam um maior relacionamento entre todos os envolvidos, a fim de proporcionar uma fidelidade.

É preciso estar consciente de que o processo motivacional deriva de um desejo de realizar ações que necessitam de esforços especiais. É uma ação estimulada que uma pessoa

procura satisfazer. Por isso, é importante compreender que o processo de motivação se inicia com o reconhecimento e/ou ativação de uma necessidade em que o consumidor é conduzido a fazer uma compra não apenas por um motivo, mas por um conjunto deles. Então, o motivo e as necessidades refletem intensamente todas as etapas do processo decisório. Desse modo, é necessário realizar várias pesquisas para compreender o quanto o comportamento se torna ativado para realizar um objetivo.

Significa dizer que para sobreviver e ao mesmo tempo crescer em um mercado competitivo, os beneficiários do PSJ precisam se adequar aos novos perfis de clientes, que estão cada vez mais seguros quanto ao seu poder de compra, bem como ao produto que querem adquirir levando em consideração itens como: durabilidade, qualidade, credibilidade do produto entre outros.

Concluiu-se que a população pesquisada está mais ciente dos produtos que desejam adquirir, bem como expor suas opiniões juntamente com suas exigências pra assegurar seus espaços e que seus direitos sejam respeitados.

REFERÊNCIAS

ANDRES F.C.; ANDRES, S. C.; MORESCHI, C.; RODRIGUES, S. O; BADKE, M. R. Conhecimento de enfermeiros acerca das práticas integrativas e complementares em saúde. *Research, Society and Development*, 9(7):1-15. 2020. Disponível em: file:///C:/Users/moacir.junior/Downloads/Conhecimento_de_enfermeiros_acerca_das_praticas_in.pdf. Acesso em 24 jan 2024.

BISSOLI, B. da S.; COVELLO, L. G.; PISSELI, B. Í.; SANTOS, R. A. Identidade de gênero e diversidade sexual: proposta de elaboração de microtesauro. *V Encontro Regional dos Estudantes de Biblioteconomia, Documentação, Gestão e Ciência da Informação das Regiões Sudeste, Centro-Oeste e Sul*. Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Belo Horizonte-MG. Novembro de 2018.

CHURCHILL, G. A. **Marketing**: criando valor para os clientes. Tradução de Cecília Camargo Bartalotti e CiddKnipel Moreira. São Paulo: Saraiva, 2000.

COBRA. M. **Administração de Marketing**. 2^a ed. São Paulo: Atlas, 1992.

ENGEL, J., BLACKWELL, R., MINIARD, P. **Comportamento do Consumidor**. 8.^a ed., Livros Técnicos e Científicos Ltda., SP, 2000.

ENGEL, J. F.; KOLLAT, D. T.; BLACKWELL, R. D. **Comportamento do consumidor**. 8.^a ed. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

FLICK, U. **Introdução à Pesquisa Qualitativa**. 3.^a ed. Tradução: José Elias Costa. PortoAlegre: Artmed, 2009.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999.

KOTLER, P. **Administração de Marketing**: a edição do novo milênio. Tradução Bazan Tecnologia e Linguística.Sapiro. São Paulo: Prentice Hall, 2000.

KOTLER, P.; KELLER, K. L. **Administração de Marketing**. 14. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2024.

LUNKES, B.; BRANDÃO, J. B.; DÖRR, A. C. O perfil do consumidor de um mercado de varejo da Agricultura Familiar. **Exten. Rur.**, Santa Maria, v. 29, n. 1, e2, p. 1-26, jan./mar. 2022.

MANKIW,N.G. **Introdução à economia**. São Paulo:CengageLearning,2013.

MINEIRO, M.; SILVA, M. A. A. da.; FERREIRA, L. G. Pesquisa Qualitativa e Quantitativa: imbricação de múltiplos e complexos fatores das abordagens investigativas. **Revista Momento – diálogos em educação**. v. 31, n. 03, p. 201-218, set./dez., 2022.

MOWEN, J. C.; MINOR, M. S. **Comportamento do consumidor**. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

MUCCHIELLI, R. **O questionário na pesquisa psicossocial**. São Paulo: Martins Fontes, 1978.

OLIVEIRA, M. F. de. *Metodologia científica: fundamentos e aplicações*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2022.

_____. **Metodologia científica:** um manual para a realização de pesquisas em Administração. Catalão: UFG, 2011.

OLIVER, R. L. A Cognitive Model of the Antecedents and Consequences of Satisfaction Decisions. **Journal of Marketing Research**, v. 17, n. 4, p. 460-469, 1980.

PRIDE, O. C e FERRELL. W. M. **Marketing**: conceitos e estratégias. 11^a edição. Rio de Janeiro: LTC Editora. 2000.

RUDIO, F. V. **Introdução ao projeto de pesquisa científica**. 4.ed. Petrópolis: Vozes, 1980.

RYPL, A. J. **Fatores que influenciam a decisão de compra em um loja virtual no mercado livre**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Administração) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2010.

SHETH, J. N.; MITTAL, B.; NEWMAN, B. I. **Comportamento do cliente:** indo além do comportamento do consumidor. São Paulo: Atlas, 2001.

ZEITHAML, V. A.; BITNER, M. J.; GREMLER, D. D. **Services Marketing: Integrating Customer Focus Across the Firm**. 4. ed. New York: McGraw-Hill, 2018.



PRÁTICAS AGROECOLÓGICAS E A TERCEIRA ONDA DO CAFÉ NA SERRA DE BATURITÉ: DESAFIOS E POTENCIALIDADES PARA O TURISMO

Sofia Regina Paiva Ribeiro

Doutora pelo Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA)
Universidade Federal do Ceará (UFC)
E-mail: sofiarpr@gmail.com

Jefferson Antônio de Oliveira

Doutorando pelo Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA)
Universidade Federal do Ceará (UFC)
E-mail: profjefferson93@gmail.com

Filipe Augusto Xavier Lima

Professor do Programa de Pós-Graduação em Economia Rural (PPGER)
Universidade Federal do Ceará (UFC)
E-mail: filipeaxlima@ufc.br

Maria Iracema Bezerra Loiola

Professora do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais (PPGERN)
Universidade Federal do Ceará (UFC)
E-mail: iloiola@yahoo.com.br

Grupo de Trabalho (GT): GT1. Desafios do setor agrícola frente as mudanças climáticas

RESUMO

O presente estudo objetivou mensurar os impactos eco-socioeconômicos da cafeicultura sombreada e agroecológica no município de Baturité, Ceará, Nordeste do Brasil. Trata-se de uma das poucas plantações no Brasil realizadas nesses moldes. A pesquisa reveste-se de características quali-quantitativas, descritivas e exploratórias, consubstanciando dados empíricos, estudos bibliográficos, constatações *in loco* e entrevistas semiestruturadas. Pode-se inferir que, além da prática de plantio agroecológico, as iniciativas com o intuito de inserir o produto também como um dos atrativos turísticos da região, alinhado com o movimento da “terceira onda do café”, vêm contribuindo fortemente para a divulgação, valorização e revitalização do café de sombra, bem como para o desenvolvimento sustentável. Hoje a cultura cafeeira está em pleno processo de expansão com a implementação das novas ações institucionais.

Palavras-chave:

Paisagem rural
Cultura agrícola
Resiliência socioecológica
Sustentabilidade ambiental

ABSTRACT

*The present study aims to measure the eco-socioeconomic impacts of shaded and agroecological coffee plantations in the mountainous areas of Baturité, Ceará, municipality, Brazil northeast. These are one of the few plantations in Brazil realized in these lines. The research has qualitative-quantitative, descriptive, and exploratory characteristics, substantiating empirical data, bibliographic studies, *in loco* findings and semi-structured interviews. It can be inferred that, in addition to the practice of agroecological planting, initiatives with the aim of including the product as one of the tourist attractions in region, following the “third wave of coffee”, have contributed to the dissemination, enhancement and revitalization of the shaded coffee, as well as for sustainable development. Today, the coffee culture is in full expansion process with the implementation of new institutional actions.*

Keywords:

- Rural landscape
Agricultural culture
Socioecological resilience
Environmental Sustainability

1 INTRODUÇÃO

A preservação ambiental é um tema que transita com recorrência nos meios de comunicação e no espaço acadêmico. A polêmica que aflora em torno do assunto constitui um dos grandes desafios da sociedade contemporânea e está relacionada à necessidade do aumento das atividades de produção/desenvolvimento econômico. Em muitas regiões do planeta, pessoas dependem econômica e socialmente dos serviços associados às florestas, tais como: provisão de nutrientes para agricultura de corte, lenha para o uso doméstico, extrativismo vegetal como fonte de renda e, especialmente, para segurança alimentar (Sunderland *et al.*, 2015).

No semiárido do Nordeste brasileiro, cercado pela caatinga (savana estépica), encontra-se um enclave de floresta úmida que abriga uma biodiversidade abundante de elevado valor ecológico, a Serra de Baturité, no estado do Ceará (Cavalcante, 2005; SEMA, 2020). O relevo montanhoso, com uma superfície total da ordem de 800 km² e altitudes média e baixa (600-1200m), se sobressai das abruptas e sinuosas superfícies aplaniadas que caracterizam o sertão (Bastos; Peuvast, 2016).

É nesse cenário de exceção, na região serrana de Baturité, que há dois séculos (1822-2022) foi inserida a cafeicultura. A princípio, o sistema de plantio era realizado a pleno sol, ocasionando impactos ambientais negativos que repercutiram na gradativa queda da produção. Entretanto, após quatro décadas em monocultivo, os agricultores perceberam que os cultivares de café sob dossel das árvores continuavam viçosos e passaram a inserir o sombreamento em sistema agroflorestal, uma prática ainda hoje

pouco utilizada. A título de informação, destaca-se que cerca de 90% das lavouras cafeeiras no Brasil são a pleno sol e o cultivo à sombra predomina na região Norte (Oliveira *et al.*, 2018).

Ao longo de décadas, a lavoura cafeeira serrana passou da produção a pleno sol, com técnicas rudimentares de desmatamento e queimada, para o cultivo sombreado, no sistema agroflorestal (Ribeiro; Rufino, 2018). O café de Baturité (*Coffea arabica*, da variedade *typica*), constitui remanescente das primeiras mudas que chegaram ao Brasil, em 1727, tornando-se um produto de alta qualidade e muito apreciado por ser 100% arábico (Queiroga, 2021; Guerreiro Filho; Silvarolla; Eskes, 1999). Ao longo do tempo, o cultivo sombreado tornou-se um dos poucos sistemas agroflorestais/agroecológicos tradicionais (EMBRAPA, 2011; Queiroga, 2021). A propósito, a agroecologia vem se destacando como uma alternativa sustentável, que utiliza os serviços ecossistêmicos e ajuda a diminuir a ação antrópica, seja esta produtora ou consumidora (Rodrigues; Leandro; Galvão, 2019).

No Brasil, o maior produtor/exportador de café do mundo, desde 1860, e segundo maior consumidor da bebida, perdendo apenas para os Estados Unidos, predomina a produção em monocultura, em sistema intensivo (CNA, 2021). Paralelamente, menos de 0,3% do seu território tem produção cafeeira sob manejo orgânico (Diniz; Martins Neto; Viviane, 2019).

Desde a introdução do café no Brasil, foram observadas diferentes fases, as quais são denominadas de “ondas”. Essas “ondas” fazem referência às fases de consumo e a cadeia de valores agregados a cafeicultura. A “primeira onda” surgiu em 1960, com o crescimento exponencial da produção e consumo do café; a “segunda onda”, em 1965, com o aparecimento dos cafés especiais; já a “terceira onda”, surge nos anos 1990, referindo-se aos cafés artesanais (Boaventura *et al.*, 2018).

Diante do exposto, apresenta-se a seguinte questão: Qual o impacto das práticas agroecológicas e do movimento da “terceira onda do café” para a cafeicultura na região serrana de Baturité? Partindo deste questionamento, o presente estudo objetivou mensurar os impactos eco-socioeconômicos da cafeicultura sombreada e agroecológica, exercida por pequenos produtores familiares em áreas serranas, no município de Baturité, estado do Ceará, Nordeste do Brasil. A pesquisa justifica-se porque, no Brasil, existe uma demanda de conhecimento sobre a produção do café sombreado, em termos agronômicos e econômicos (Queiroga, 2021). A originalidade da pesquisa envolve o fato de que, não somente se pretende discutir a produção cafeeira sombreada em Baturité, mas, sobretudo,

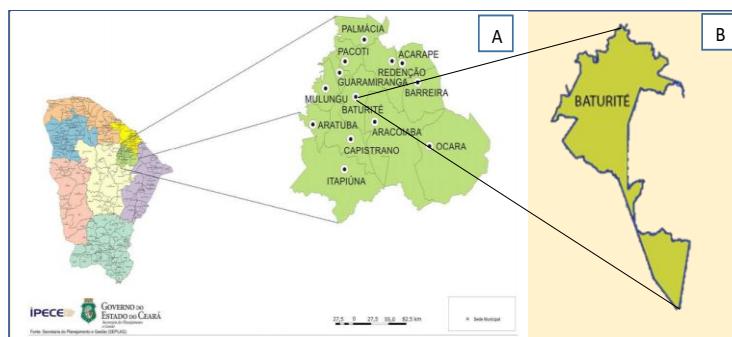
busca-se analisar a sua representatividade eco-socioeconômica, considerando o conhecimento empírico dos produtores rurais, associado às técnicas de cultivo, manejo e beneficiamento, e a contribuição de instituições interligadas a essa prática agrícola.

2 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO

O conjunto geográfico, denominado Maciço de Baturité, agrupado a partir de aspectos político-institucionais, geoambientais, socioeconômicos e das interações entre os elementos naturais e culturais (IPECE, 2017), abrange três sub-regiões, a serrana (Aratuba, Guaramiranga, Palmácia, Pacoti e Mulungu), os vales/sertão (Baturité, Capistrano, Itapiúna, Aracoiaba e Redenção) e a área de transição sertão/litoral (Barreira e Ocara) (Ceará, 2014). Dentre os referidos núcleos urbanos, Baturité destaca-se por ser uma das regiões mais antigas no cultivo de café no Brasil (The Coffee Traveler, 2011).

A pesquisa foi desenvolvida no município de Baturité, que integra a macrorregião do Maciço de Baturité. A cidade de Baturité possui uma demarcação territorial que compreende sertão e serra, cujo núcleo urbano se situa no sopé da serra homônima. A serra de Baturité, localizada no Maciço de Baturité (Figura 1), coordenadas $4^{\circ}08'$ e $4^{\circ}27'$ de latitude sul e $38^{\circ}50'$ a $30^{\circ}05'$ de longitude oeste, é a maior serra úmida do Ceará (Ceará, 2014). A região serrana contempla “colinas intercaladas com planícies alveolares no platô e superfícies de erosão e de deposição nos setores circunvizinhos mais baixos” (Bastos; Peuvast, 2016, p. 124).

Figura 1 – Mapa do estado do Ceará, Nordeste do Brasil: (A) Municípios que compõem o Maciço de Baturité; e (B) Delimitação da serra de Baturité



Fonte: IPECE (2020).

Atualmente, o município de Baturité possui uma população estimada em 36.127 habitantes, onde 73% encontram-se em área urbana e 27% em área rural, o que representa um território com 314,075 km (IBGE, 2022). De acordo com os dados do Censo Agropecuário (IBGE, 2017), o espaço rural de Baturité compreende uma área mista (sertão, sertão/serra e serra), onde predomina minifúndios com lavouras permanentes (1.506 ha), temporárias/anuais (2.034 ha) e produção agroflorestal (227 ha), onde o café pode ser encontrado sombreado pela floresta nativa e/ou arborizada por árvores exóticas (Ribeiro; Rufino, 2018).

3 O PERCURSO METODOLÓGICO

Para a pesquisa utilizou-se métodos de caráter quali-quantitativo, que contempla: estudo de caso, análise documental e bibliográfica (fontes primárias e secundárias), constatações *in loco*, observação participante e entrevistas semiestruturadas com fontes-chave de informação. O mapeamento das pessoas e/ou instituições teve como base fontes-chaves que possuem atividade ou situação social que têm relação, direta ou indireta, com a cafeicultura na região serrana do município de Baturité. Para Soriano (2004), as fontes-chaves são representantes formais ou informais de grupos sociais, que refletem opiniões e o modo de sentir da comunidade.

As visitas *in loco* contemplaram fontes-chave em dez instituições, descritas no Quadro 1, em Baturité, interligadas a cafeicultura local; e oito produtores rurais serranos, cafeicultores e ex-cafeicultores, nas comunidades serranas de Olho d'Água e Uirapuru, regiões com maior produção de café para fins comerciais em Baturité. O recorte temporal de visitas compreendeu o período de agosto de 2021 a maio de 2022.

Destaca-se que o projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa/Plataforma Brasil, com o número do Certificado de Apresentação para Apreciação Ética CAAE 58979522.7.0000.5054.

Quadro 1 – Instituições contempladas com as pesquisas *in loco*, em Baturité, Ceará

Instituição	Instância de atuação
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)	Nacional
Instituto Federal do Ceará (IFCE), Campus Baturité	Nacional
Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae)	Nacional
Agência de Defesa Agropecuária do Ceará (Adagri)	Estadual

Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará (Ematerce)	Estadual
Governo Municipal de Baturité (GMB)	Municipal
Secretaria de Desenvolvimento Rural de Baturité (SDR)	Municipal
Autarquia do Meio Ambiente de Baturité (Amab)	Municipal
Sindicato da Agricultura Familiar de Baturité (SAF)	Municipal
Sindicato dos Trabalhadores Rurais Agricultore(a)s de Baturité (STAB)	Municipal

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

4 A SERRA DE BATURITÉ: CAFEICULTURA FAMILIAR E MEIO AMBIENTE

No Nordeste brasileiro, em meio ao domínio do semiárido cearense, destaca-se uma formação geológica pré-cambriana, denominada Maciço (ou serra) de Baturité, que abriga uma vegetação composta por floresta tropical úmida, sendo considerada remanescente florestal da Mata Atlântica (SEMA, 2020), com biodiversidade abundante e elevado valor ecológico (Cavalcante, 2005).

A representatividade socioprodutiva do café no município de Baturité está marcada, simbolicamente, no brasão e na bandeira do município, onde há ramos de café e de algodão, culturas agrícolas que contribuíram para o desenvolvimento do município e chegada do trem à cidade. Antes do Maciço de Baturité se firmar como o maior centro de produção de café do Ceará, no século XIX, predominava as culturas da cana-de-açúcar e algodão (Ceará, 2014).

Os dados do Observatório da Agricultura Familiar do Ceará (Ceará, 2019) revelam que o produto interno bruto (PIB) *per capita* de Baturité corresponde a 10.928,65, o que coloca o município na 3ª posição no ranking regional, considerando o Maciço de Baturité, perdendo apenas para Guaramiranga (14.492,44) e Redenção (11.790,1). A distribuição setorial do PIB no Maciço de Baturité mostra que a agricultura familiar representa 22%, a indústria 11% e os serviços diversos representa o maior percentual (comércio e turismo), com 67% (Ceará, 2014).

Oportuno esclarecer que o PIB não contempla todos os aspectos do desenvolvimento humano, tais como: democracia, equidade e sustentabilidade ambiental. Contudo, permite traçar uma média das conquistas de desenvolvimento humano e socioeconômico regional. Diante do exposto, destaca-se que a agricultura associada ao turismo pode gerar atividades que atingem os mais variados setores e pode contribuir para elevar o PIB regional. O turismo é um fenômeno econômico, político e sociocultural que se originou e desenvolveu no capitalismo e se consolidou no século XX (SEBRAE, 2020).

No que concerne às especificidades regionais da cidade de Baturité, respeitante à agricultura, destaca-se que parte da região agrícola do município encontra-se em sua área serrana. É nesse espaço também, a partir de uma cota altimétrica de 600 metros, que se localiza a primeira e maior Área de Proteção Ambiental (APA) do estado do Ceará, criada na década de 1990, com área de 32.690 ha (SEMACE, 2010), sob as coordenadas geométricas extremas entre 4°08' e 4°27' de latitude sul e 38°50' a 30°05' de longitude oeste. A APA representa um grande avanço na política ambiental cearense e um marco histórico, social e ambiental para o Maciço de Baturité (SEMA, 2020).

O complexo florestal da mata atlântica, protegido legalmente no território de Baturité, que representa 7% da APA, encontra-se na comunidade rural serrana de Uirapuru (SEMA, 2013), onde foi inaugurada, em 14 de abril 2022, o primeiro Centro de Referência de Café de Sombra do Ceará, uma iniciativa do Governo Municipal de Baturité, em parceria com o Sebrae-CE. A infraestrutura visa permitir que o turista e/ou visitante possa conhecer o processo de revitalização do plantio sustentável, os bancos de mudas, as etapas do cultivo e beneficiamento do café de sombra (GMB, 2022).

As ações contemplam o movimento denominado “terceira onda do café”, uma cultura de consumo em que há uma maior conexão com a agricultura sustentável, valorizando os saberes regionais e o turismo de experiência, ou “Tour da experiência”, que se contrapõe ao turismo de massa, em que há interação do turista com o espaço visitado (SEBRAE, 2015). Na “terceira onda”, o café é apreciado como um produto artesanal e diferenciado pelos seus atributos singulares: origem, torra e método de preparo (Borrella; Mataix; Carrasco-Gallego, 2015). Em 2022, comemorou-se os 200 anos da presença do café na serra de Baturité. Dada a representatividade desse momento histórico, optou-se por fazer um relato sobre as contribuições institucionais para a produção cafeeira de Baturité, relacionando as ações que envolvem a agricultura na região de Baturité.

5 AS INSTITUIÇÕES INTERLIGADAS À CAFEICULTURA EM BATURITÉ

Para desenvolver um olhar para a produção cafeeira em Baturité, que é realizada com práticas agroecológicas, de forma natural artesanal, levou-se em consideração a teia de ramificações institucionais inseridas no município, que perpassam pela cafeicultura e seus efeitos eco-socioeconômicos, tendo como foco o turismo de experiência e o movimento da “terceira onda do café”. O “mosaico de informações”, que ajuda compor este estudo, contou com: entrevistas, observação participante e estudo de acervo

documental (dados históricos, estatísticos e mapas). Para melhor vislumbrar o papel e/ou contribuição das instituições, optou-se por fazer uma explanação, em forma de tópicos, sobre os locais visitados:

-Agência de Defesa Agropecuária do Ceará (Adagri): Uma autarquia especial vinculada à Secretaria do Desenvolvimento Econômico e Trabalho (Sedet), fundada em 2006 em Baturité, que busca promover a segurança, a qualidade alimentar e a saúde de animais e vegetais. Para tanto, realiza ações voltadas para a fiscalização do uso de agrotóxicos, controle de trânsito de mudas e frutas. A instituição atende ao Maciço de Baturité, com exceção de Ocara e Barreira, e conta com uma equipe composta por veterinários, engenheiros agrônomos e técnico em agropecuária.

De acordo com o relato de uma veterinária e coordenadora local (Adagri 1), “o café não é o escopo da instituição, não está presente na lista de programas sanitários regional, pois há um silêncio epidemiológico”. As intervenções na lavoura cafeeira, na região serrana, ocorrem a partir das ações voltadas para o consórcio de culturas agrícolas: banana+café, banana+tangerina+café, banana+mamão+café, e outras. Um agrônomo e auditor fiscal (Adagri2) enfatizou que: “os cultivares de cafés serrano, conhecidos como “café da mata”, estão em ambientes de vegetação natural, o que contribui para que haja uma proteção natural advinda dos serviços ecossistêmicos”.

Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará (Ematerce): Órgão estadual vinculado à Secretaria do Desenvolvimento Agrário do Estado do Ceará (SDA), que planeja, coordena e executa programas de assistência técnica e extensão rural (Ater), visando difundir conhecimentos de natureza técnica e socioeconômica com o intuito de aumentar a produção e produtividade agrícola (Ceará, 2022). A Ematerce regional Baturité atende aos agricultores familiares dos municípios de Baturité, Mulungu e Aratuba com sementes e/ou mudas, e as ações fazem parte do “Programa Hora de Plantar”.

Segundo informações do gerente regional do órgão público (Ematerce1), em 2022 foram distribuídas 18.710 kg de sementes de milho para 1.322 aos agricultores de base familiar, o que representa um plantio de 1.240 hectares. No tocante às mudas, são disponibilizadas espécies florestais nativas, exóticas e frutíferas, tais como: cajueiro anão precoce, acerola, cajá, goiaba, manga e umbu cajá (Ceará, 2022). O agrônomo (Ematerce1) mencionou que não há distribuição de sementes ou mudas de café, contudo,

há a procura. Para suprir a demanda, os produtores rurais são orientados a procurar a Superintendência Estadual do Meio Ambiente (Semace), em Pacoti, que disponibiliza cafeeiros. A contribuição da Ematerce para a cafeicultura está relacionada à assistência técnica voltada à agricultura familiar, contemplando as peculiaridades inerentes à produção agroecológica de café em ambiente montanhoso.

Governo Municipal de Baturité (GMB): os representantes do poder executivo municipal de Baturité, há mais de uma década (2011-2022), vêm intensificando ações e parcerias para fortalecer o empreendedorismo rural, tendo como base a cafeicultura e o potencial turístico local. Em 2022, deu-se início ao macroprojeto denominado “Baturité, Terra do Café”, com ações voltadas para os 200 anos (1822-2022) da presença da cultura cafeeira na região. O marco inicial contou com a inauguração, em 14 de abril, no Dia Mundial do Café, do “Primeiro Centro de Referência do Café de Sombra do Ceará”, na comunidade serrana de Uirapuru.

De acordo com o relato do assessor de comunicação de Baturité (GMB1), “em novembro de 2021, o gestor municipal participou da Expo Dubai, nos Emirados Árabes, onde levou as experiências da cafeicultura de Baturité para ser socializada no evento”. No ano de 2022, o gestor municipal e uma comitiva composta por representantes do Instituto Federal do Ceará IFCE/Baturité, da Fundação Centro de Educação Popular em Defesa do Meio Ambiente (Cepema), de empreendedores e de cafeicultores locais foram à Estocolmo, na Suécia, para firmar parceria para a realização do *II Ceará Organic Food Festival*. O evento visava incentivar/fortalecer a agricultura familiar agroecológica e a sua cadeia produtiva.

No tocante ao turismo, a assessoria de comunicação (GMB1) destacou que “o Ministério do Turismo, em 2022, inseriu Baturité no Mapa Brasileiro de Turismo, que contempla municípios que adotam o turismo como estratégia de desenvolvimento. Dentre os atrativos regionais encontram-se os sítios produtores de café”.

Secretaria de Desenvolvimento Rural (SDR): órgão da administração direta do município de Baturité, que presta assessoria aos cafeicultores com o intuito de fortalecer os arranjos produtivos de forma sustentável, contribuindo para manter as variedades e a variabilidade da fauna e flora da região. Segundo a descrição de um agrônomo (SDR1), o órgão integra uma equipe formada por técnicos agrícolas, agrônomos e biólogo, realizando ações em diferentes realidades agrárias que compreendem uma área territorial composta por sertão, sertão/serra e serra, sendo cerca de 40% sertões e 60% serra, onde a agricultura familiar é a grande maioria.

Conforme declarou o entrevistado (SDR1), “o café não é a principal cultura agrícola nem a principal fonte de renda, mas vem gradativamente expandindo-se e impulsionando a economia local”. Os dados da SDR de Baturité evidenciam que o impacto econômico da cafeicultura se deve às ações atuais voltadas para o empreendedorismo rural e ao turismo. Hoje, a cadeia produtiva e comercial do café é ampla e variada; pode-se encontrar o produto à venda na casa dos produtores, em pequenos comércios regionais, feiras livres de produtos naturais, na Feira Agroecológica de Baturité (FAB), e através da plataforma “digital do chão Maciço” - <https://www.dochaomacico.com/>. A SDR realiza visitas técnicas na região serrana e tem representação no Conselho Municipal de Desenvolvimento Sustentável (CMDS), criado em 2019.

A Autarquia do Meio Ambiente de Baturité (Amab): órgão licenciador e fiscalizador do meio ambiente e controle urbano, Lei municipal nº 1.954/2021, integrado ao Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama), como órgão local. A instituição objetiva assegurar o uso adequado dos recursos naturais, a recuperação dos ecossistemas e a sustentabilidade ambiental, através da execução de programas e/ou projetos direcionados para a educação ambiental, controle, fiscalização e execução de políticas públicas voltadas à conservação e manutenção dos recursos naturais do município. A entidade dispõe de uma equipe multifuncional formada por agrônomo, técnico ambiental, administrador, biólogo, ambientalista, dentre outros.

As ações desse órgão estão voltadas para a fiscalização e proteção das áreas produtoras de café, cujo plantio se encontra consorciado com árvores de sombra (nativas ou exóticas); para a fruticultura (com destaque para a produção de banana e jaca), para a olericultura (legumes e verduras) e para a agricultura de subsistência (milho, feijão, mandioca, batatas). O biólogo e ambientalista (Amab1) destacou que, “nas comunidades serranas, muitos cafeeiros encontram-se inseridos em áreas próximas a nascentes hídricas ou no entorno da Área de Proteção Ambiental (APA)”, o que demanda o acompanhamento e/ou fiscalização constante das diretrizes legais, tais como: o uso controlado do fogo e prevenção e monitoramento de poluição (ar, no solo e na água). Outro ponto enfatizado é que, apesar das limitações legais e espaciais, a cafeicultura tem potencial territorial para expandir-se.

Sindicato da Agricultura Familiar de Baturité - CE (SAF): a entidade sindical, criada em 2015, conta com 1.457 sindicalizados, em regime de economia familiar, sendo 1.398 localizados na área do sertão e 59 na área serrana. O representante legal e sócio fundador da organização sindical (SAF1), ressaltou que “as culturas agrícolas que

predominam na região são o milho (sertão) e a banana, na área de transição que compreende sertão/serra e na serrania. O café é uma lavoura secundária, mas torna-se lucrativa pelo seu valor agregado” (SAF1). Os dados institucionais do SAF mostram que a cafeicultura está presente em cerca de 85% da agricultura familiar serrana.

Dentre as ações desempenhadas pelo SAF no âmbito da agricultura familiar e, consequentemente, da cafeicultura, destacam-se: apoio ao produtor rural, a defesa dos direitos e interesse dos produtores rurais, assistência jurídica (obtenção de aposentadoria, auxílio-doença, auxílio acidente e salário maternidade), assessoria na emissão de Declaração de Aptidão Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (DAP) para financiamento rural. De acordo com o líder sindical e morador serrano (SAF1), “os produtores rurais serranos têm no entorno das residências: pés de café; alimentos de subsistência (milho, feijão, mandioca, chuchu e batatas); plantas frutíferas (manga, goiaba, laranja, acerola e limão) e medicinais, para chá (cidreira, hortelã, capim-santo e canela) para consumo doméstico”. Como o café é a cultura agrícola com maior valor na região, o excedente do uso doméstico é vendido *in natura* para pequenos comércios na região.

Sindicato dos Trabalhadores Rurais Agricultore(a)s de Baturité - (STRB): é a entidade sindical mais antiga do município, fundada em 1971. Atualmente conta com 4 mil sindicalizados. Dentre as ações desenvolvidas, podem-se citar a defesa dos direitos e interesse dos produtores rurais, assistência jurídica (obtenção de aposentadoria, auxílio-doença, auxílio acidente e salário maternidade), fornece DAP, que viabiliza acesso a crédito e financiamento na rede oficial bancária e a programas de fortalecimento em infraestrutura.

Segundo um dos membros da diretoria do STRB, morador serrano, agricultor e descendente de cafeicultor (STRB1): “o município de Baturité é conhecido pela bananicultura e cafeicultura, contudo, a região contempla atividade agrícola tradicional (frutas, hortaliças, verduras e cereais) e não tradicional (flores) e a meliponicultura, criação de abelhas nativas para produção de mel”. A região serrana do município concentra em média 25% da agricultura local, onde a cafeicultura, para fins comerciais, concentra-se nas comunidades de Olho d’Água e Uirapuru”. Nas demais localidades serranas predominam a produção para fins domésticos, com venda do excedente. Convém destacar que há região em Baturité onde o café foi dizimado para inserir a bananicultura. O membro sindical citou o exemplo da serra do Evaristo, uma cadeia montanhosa de menor proporção geográfica, se comprada a serra de Baturité, onde se encontra a única

comunidade quilombola do Maciço de Baturité, “onde havia café hoje tem pés de banana” (STRB1).

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE): órgão federal vinculado ao Ministério da Economia, é responsável por articular e/ou coordenar pesquisas e Censo Demográfico. A regional Baturité, que atende toda a região do Maciço de Baturité e a cidade de Chorozinho, dispõe de uma equipe composta por dois técnicos em informação e estatística, um supervisor de coleta de qualidade e sete agentes de pesquisa e mapeamento.

Um técnico do órgão (IBGE1) mencionou que “as informações sistemáticas da produção agrícola e, consequentemente, da agricultura no município de Baturité, são obtidas mensalmente pela rede de coleta do IBGE e a partir das Reuniões Municipais de Estatísticas Agropecuárias (Reagro Municipal)”. Os dados catalogados na Reagro/Baturité acerca das lavouras existentes no município de Baturité, em março de 2022, contemplam as seguintes culturas agrícolas: banana de sequeiro (sem irrigação), café arábica (orgânico e sombreado), cana-de-açúcar, castanha de caju, cebolinha e coentro, mandioca e manga de sequeiro. Essas lavouras mudam de acordo com a quadra chuvosa, safra e entressafra, sazonalidade e a oscilação de preço dos produtos. Os dados do IBGE, descritos pelo agente de pesquisa (IBGE1), revelam que na região serrana “a produção agroflorestal alia produtividade a preservação ambiental, favorece o extrativismo vegetal, com destaque para a jaca e a manga, e proporciona uma renda extra para os produtores familiares serranos”.

Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas Ceará (Sebrae): Entidade privada sem fins lucrativos, regional Baturité, atende toda a região do maciço de Baturité, vem intensificando parceria com Governo do Estado do Ceará, Governo Municipal de Baturité, empreendedores rurais, agricultores e a comunidade local, consolidando ações no intuito de fortalecer o desenvolvimento sustentável a partir da produção cafeeira associada ao turismo, tendo foco o patrimônio histórico-cultural (material e imaterial), arqueológico e ambiental do município.

Com base em dados do Sebrae/Baturité, as atividades regionais estão interligadas ao movimento da “terceira onda do café”, o turismo de experiência e o empreendedorismo rural, que envolve pequenos negócios com alto valor social, que utiliza de forma racional os recursos naturais e propicia equilíbrio entre os fatores socioambientais e econômicos. A articuladora do Escritório do Sebrae no Maciço de Baturité (Sebrae1) enfatizou que as ações, que começaram em 2012, culminaram na

realização dos seguintes projetos: Rota do Café Verde (2015), Rota Verde do Café (2017), Projeto do Chão do Maciço (2020), ações para a implantação do Centro Internacional de Café de Sombra (2021) e instalação do Primeiro Centro de Referência do Café de Sombra do Ceará (2022). O Sebrae/Baturité, em 2014, lançou o slogan “Bom pra você, melhor pra natureza”, para definir o café orgânico sombreado produzido na região serrana de Baturité. Como suporte relacionado à produtividade, o Sebrae disponibiliza um agrônomo para dar assessoria aos cafeicultores em Baturité. Segundo os dados informados (Sebrael), “a produção do café, em Baturité, corresponde um 1½ saco por hectare, considerando 12 localidades produtoras atendidas pelo Sebrae. Destas, 80% estão na comunidade de Uirapuru”.

Instituto Federal do Ceará (IFCE), campos Baturité: a única instituição federal de ensino público e gratuito de Baturité, inaugurado em 2010, desenvolve educação profissional e/ou tecnológica. O instituto oferece cursos de Tecnologia em Gastronomia e em Hotelaria, Licenciatura em Letras: inglês; cursos técnicos em Administração e Comércio.

No que concerne às ações voltadas para o café de Baturité, segundo a exposição do gestor do instituto (IFCE1), “em 2019, a instituição sediou o primeiro festival internacional dedicado à alimentação orgânica realizado no Brasil - “Ceará Organic Food Festival”. O evento contou com representantes da Suécia, Bolívia, França e Uruguai, e teve o café de Baturité como uma das temáticas abordadas”. Em 2020, o diretor Geral do IFCE participou e contribuiu com o encontro virtual sobre a Cafeicultura no Maciço de Baturité realizado pela Secretaria do Desenvolvimento Econômico e Trabalho (Sedet). De acordo um professor da instituição (IFCE2), “a cultura, tradição, história e gastronomia do café no Maciço de Baturité são temas constantes em palestras, mesas-redondas, minicursos e trabalhos acadêmicos”. Em 2022, no dia nacional do café, 24 de maio, houve uma programação dedicada ao “200 anos do café de Baturité”.

Com base no exposto, pode-se observar que as ações e intervenções das instituições supracitadas à produção cafeeira na serra de Baturité encontram-se em plena expansão. Destaca-se que o Sebrae, o GMB e o IFCE/Baturité vêm somando alianças e esforços no sentido de resgatar e ampliar a produção cafeeira serrana, bem como inserir o “café de Baturité” como um dos atrativos turísticos, arquitetônicos, gastronômicos, culturais e ambientais do município.

Os dados relacionados aos aspectos sociocultural e histórico da cafeicultura em Baturité, disponibilizados pelo IBGE, os sindicatos (SAF e STRB) e a Secretaria de

Desenvolvimento Rural (SDR), entidades com maior acervo de informações, revelam que a produção cafeeira é uma realidade que perpassa de geração a geração e que vem gradativamente ganhando espaço entre produtores mais jovens. Este fato é comprovado com a recente revitalização do café sombreado a partir da formação de banco de mudas, na comunidade de Uirapuru e Olho d'Água. Quanto à assistência técnica e métodos para melhorar a produtividade cafeeira, a SDR e o Sebrae disponibilizam agrônomos para dar suporte aos cafeicultores familiares serranos. Já a Adagri, a Ematerce e a Amab prestam um serviço de assessoramento e/ou suporte aos cafeicultores à medida que realizam ações voltadas para a produção agrícola no contexto geral, e não há projetos e ações voltadas exclusivamente para a cafeicultura.

No que tange ao desenvolvimento econômico, os entrevistados foram unâimes ao apontar a fruticultura como principal fonte de renda na região serrana, com destaque para a bananicultura e o extrativismo vegetal, especialmente de manga e jaca. O café, entretanto, vem gradualmente ganhando espaço nas áreas produtivas e nos pequenos comércios locais. Destacou-se também o valor agregado à cafeicultura por meio do turismo de experiência, em que excursionistas vivenciam as etapas de cultivo, manejo e beneficiamento. A observação participante, entrevistas com fontes-chave institucionais e análise documental e bibliográfica permitiram traçar um panorama da cafeicultura na região serrana de Baturité, conforme apresentado no Quadro 2.

Quadro 2 – O café orgânico sombreado de Baturité e suas especificidades

O café de Baturité	Especificidade regional
Especificidade	-100% arábico sombreado, com manejo agroecológico e beneficiamento natural e artesanal
Culturas	-Sistema diversificado, consorciado com árvores de sombra, plantas frutíferas e agricultura de subsistência.
Comunidades rurais serranas produtoras de café	-Olho d'Água e Uirapuru: concentra a produção comercial. -Serra Preta, Correntes, Santa Clara, São Pedro, São Bento, São Paulo, Flores, Volta e Belo Monte: produção para fins de consumo familiar, com venda de excedente.
Ações que envolvem o resgate e fortalecimento da produção cafeeira em Baturité	-Rota do Café Verde (2015), Rota Verde do Café (2017), -Ceará Organic Food Festival (2019/2022), -Projeto “o Chão do Maciço” (2020), -Macroprojeto “Baturité, Terra do Café” (2022)
A produção agrícola em Baturité	-Predomina a agricultura familiar. -A produção cafeeira está em expansão.

	<ul style="list-style-type: none"> -Apóio técnico de instituições. -Incentivo de políticas públicas municipais e estaduais.
Infraestrutura física	<ul style="list-style-type: none"> -Primeiro Centro de Referência do Café de Sombra do Ceará (2022) -Ações para instalação do Centro Internacional de Café de Sombra (2021/2022), em Mulungu.
Slogan do café regional	<ul style="list-style-type: none"> -Café de Baturité “Bom pra você, melhor pra natureza” (Sebrae) -“Baturité Terra do Café” (GMB)
Impacto social	<ul style="list-style-type: none"> -Valorização do pequeno produtor rural. -Turismo de experiência e empreendedorismo rural. -Terceira onda do café.
Impacto ambiental	<ul style="list-style-type: none"> -Preservação do meio ambiente. -Uso do fogo controlado e proteção aos mananciais. -A integração lavoura-floresta contribui para a preservação das plantas silvestres (flora), que oferece abrigo a fauna nativa.
Impacto Financeiro	<ul style="list-style-type: none"> -Venda do café direto ao consumidor, em feiras, mercados e através de plataforma digital https://www.dochaomacico.com/ -Divulgação do café sombreado em eventos nacionais e internacionais. -Valorização da cadeia produtiva local.

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados catalogados na pesquisa de campo (2022).

O município de Baturité, com 60% da sua área territorial inserida em relevo serrano, tem sua história de ocupação e desenvolvimento (sociocultural e econômico) relacionada à agricultura, com destaque para a produção cafeeira. O município, que tem parte do seu PIB relacionado ao setor agrícola, onde cerca de 25% da produção concentra-se na região serrana, a cafeicultura vem sendo revitalizada e impactando de forma positiva a economia local.

As limitações da produção cafeeira em ambientes de montanha vêm sendo trabalhadas e superadas à luz do conhecimento acumulado dos produtores rurais juntamente com as orientações de agrônomos que prestam assessoria na região, com destaque para o Sebrae e a Secretaria de Desenvolvimento Agrário de Baturité. Os dados catalogados evidenciam que o meio rural serrano está passando por um processo de transformação, a partir do surgimento de novas atividades econômicas que vão além da agrícola, onde o turismo surge ressignificando o espaço rural. Dentre essas atividades, dá-se ênfase para a inclusão do café como um elemento integrador do turismo regional. A ação está em sintonia com a chamada “terceira onda do café” ou *Third Wave Coffee*, “um movimento crescente no mercado de cafés no país, onde o consumidor busca por um produto artesanal em vez de uma mercadoria ou commodity” (Muinhos, 2016, p. 1).

Para melhor compreender os desafios e as potencialidades da produção do café de sombra de Baturité, tanto no plano abstrato como concreto, optou-se também por entrevistar os atores sociais envolvidos na produção agrícola serrana, uma amostra que contou com oito fontes-chave, sendo seis cafeicultores e dois ex-cafeicultores.

6 Produtores/cafeicultores serranos de Baturité: dados e depoimentos

Segundo Sales (2014, p. 41), “a intensificação do povoamento da serra de Baturité ocorreu ao longo da primeira metade do século XIX, quando diversos sítios se formaram pela produção agrícola de frutas, legumes, cana de açúcar e, em especial, o café”, onde a cafeicultura em monocultivo tornou-se a atividade econômica da região. Contudo, os cafeicultores não consideraram as condições agrometeorológicas regionais, períodos de chuvas intensas e estiagem, o que culminou com o empobrecimento dos solos, erosão e desequilíbrio ambiental.

A partir daí, surge então, naquela região, a cafeicultura sombreada e consorciada com outras culturas agrícolas, que foi se expandindo à medida que o produtor rural percebeu os ganhos ambientais e o valor agregado ao grão produzido em sistema agroflorestal, considerando suas características identitárias, produtivas e preservacionistas. “Hoje, o produto local tem status e preço de café especial” (Marcelo, 2018, p.1). Atualmente, a cultura do café arábica na serra de Baturité é pouco expressiva, se comparado com outras regiões produtoras do Brasil (Tabela 1), apesar disso, representa 49% da produção do estado (Amorim; Assis, 2022).

Tabela 1 – Levantamento sistemático da produção de café arábica no Brasil, no Ceará e na região do Maciço de Baturité, período 2021, mês de referência janeiro

Local	Produção (t) Safra/2021	Área plantada	Quant. colhida (ha)	Média do rendimento (kg/ha)
Brasil	1 922 222	1 448 579	1 433 881	1 341
Nordeste	74 725	78 500	65 495	1 141
Ceará	442	1 297	1 297	341
Serra de Baturité	218	790	790	308
Baturité	4	10	10	400

Fonte: IBGE (2021), Amorim e Assis (2022).

Os dados permitem inferir que a área de plantação no município de Baturité é pequena, se comparada com as outras regiões, entretanto, a média de rendimento é maior que a do estado do Ceará em 59 Kg/ha; e da região serrana de Baturité em 92 Kg/ha, o que demonstra o potencial produtivo da área estudada. Já no contexto nacional, fica abaixo da média em 941 Kg/ha, sendo que no Nordeste fica em 741 Kg/ha, porém, trata-se de técnica diferente, em que predomina a produção intensiva, em monocultivo. Nesse caso, é válido afirmar, perde-se em quantidade, mas se ganha em qualidade (valor agregado): ganhos ambientais e socioeconômicos.

De acordo com Berlato (2021), o Maciço de Baturité, mais precisamente a serra produtora, é uma referência na produção de “café especial sombreado”, contemplando um nicho de mercado em expansão, isto é, o de produtos agroecológicos. Dessa forma, o café de Baturité, especial e artesanal, contempla um perfil de consumidor voltado para o movimento “terceira onda do café”, que preza pelos aspectos socioambientais e o consumo consciente.

Realizando um panorama dos recortes da amostra da presente pesquisa, pode-se traçar uma análise consolidada das falas mais recorrentes durante a coleta de dados sobre o impacto da atividade cafeeira serrana para a preservação ambiental, equilíbrio ecológico e desenvolvimento socioeconômico na região serrana do município de Baturité. Nas entrevistas e observação participante realizadas nas visitas das áreas em estudo, onde ocorre a produção cafeeira, foi possível entrevistar cafeicultores e ex-cafeicultores, com o intuito de tornar o estudo mais aprofundado e proporcionar diferentes olhares acerca da produção cafeeira serrana. Ressalta-se que a entrevista, com roteiro semiestruturado, seguiu a linha de pensamento que proporciona um diálogo aberto.

No tocante à temática relacionada ao contexto da sustentabilidade ambiental, destaca-se o relato de um ex-cafeicultor, nativo e com descendência indígena: “(...) o ‘café é da mata’, eu cresci embaixo desses pés de café, eu vi o povo plantar, abandonar e agora estou vendo replantar. Aqui tem água, sombra e animais, tudo fica junto. Para quem não conhece um pé de café, acha que aqui só tem banana” (Entrevistado 1). Um cafeicultor que mora há mais de duas décadas no sítio na comunidade de Olho d’Água destacou que: “(...) aqui tem água, café, batata, milho, feijão, banana, laranja, limão, carambola, coco e pé de chá, mas o que vende mesmo é só o café e a banana. O café é que tem maior valor, é vendido aqui na comunidade para os moradores e turistas. O povo gosta do café!” (Entrevistado 2).

No tema relacionado à revitalização do café de sombra, um ex-cafeicultor e morador da comunidade de Olho d'Água enfatizou: “meu pai, quando o café deixou de dar lucro, ele passou a plantar banana. O café ficou abandonado, era café da mata, tem pé com mais de cem anos. Minha mãe é que catava o café e torrava para usar em casa. Hoje, meu filho está replantando café, fico feliz” (Entrevistado 3). Um sitiante/cafeicultor e liderança comunitária do Brejo relatou: “(...) tenho cafés no meio da mata, muitas sementes são levadas por morcegos, fica difícil até de fazer o manejo, mas fiz um banco de mudas com cerca de 200 pés de café, tive a ajuda do Sebrae. Vou ampliar a produção, o café está valorizado” (Entrevistado 4).

No que tange às ações voltadas ao aspecto socioeconômico, uma sitiante/cafeicultura e empreendedora rural serrana afirmou: “(...) no tempo antigo minha família produzia muito café, meu avô era um conhecido produtor, mas os tempos mudaram, a gente passou dificuldade. Hoje vejo que o preço tá melhor, o café dá trabalho, mas compensa” (Entrevistada 5). A sitiante acrescentou que “(...) a implantação do Centro de Referência do Café de Sombra na serra vem ajudando a fortalecer a produção e turismo rural do café” (Entrevistada 5).

O relato do produtor rural, empreendedor familiar e ambientalista, faz referência a bienalidade do café, alternância entre maior e menor produtividade, devido à necessidade de recomposição do vegetal. O sitiante destacou o valor agregado da produção do café de sombra, que “permite ao produtor rural contribuir para a preservação da mata, a sustentabilidade hídrica, a realização do extrativismo vegetal de jacas e mangas, frutas abundantes na região” (Entrevistado 6). Quanto ao manejo de base agroecológica, tiveram-se os seguintes relatos: “a gente tem tradição, mas não é fácil não. A gente tem que evitar as cobras e os insetos, o terreno é acidentado e muitos pés de café estão dentro da mata mesmo (...)” (Entrevistado 6). Já o cafeicultor e morador do Olho d'Água evidenciou que, “a lida é pesada, a gente sai para mata e só volta no meio-dia, a gente leva os cachorros para acoar (afastar) os bichos do mato, o café é a nossa maior renda” (Entrevistado 7).

A entrevistada mais nova, sitiante e aluna da Educação de Jovens e Adultos (EJA), em Baturité, que pretende fazer a faculdade, relatou:

(...) não sou cafeicultora, meus avós plantavam café, sou doméstica, trabalho em casa de família, mas moro na serra e tenho um pedaço de chão que tem café no terreiro da casa, minha mãe que pega para torrar. Eu e meu

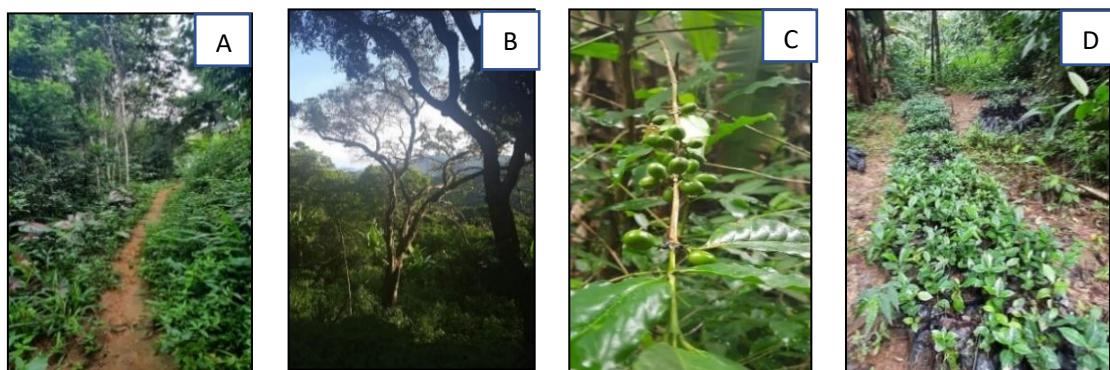
namorado vamos plantar mais café. Eu quero terminar meus estudos e fazer gastronomia, tenho uma amiga que faz, quero ser conhecida como a chefcafé, todo mundo tem seus sonhos! Eu não quero sair da serra, gosto daqui. (ENTREVISTADA 8).

A entrevistada faz referência ao curso que é ofertado no IFCE/Baturité, onde há vários eventos voltados para a gastronomia regional, com destaque para o café.

Os sujeitos da pesquisa foram unânimes em expor que a produção cafeeira ainda é modesta, mas que já é possível perceber o retorno financeiro. Quanto à comercialização da especiaria na região, os entrevistados relatam que, hoje, o café está à venda nas casas dos produtores, em pequenos comércios e/ou quitandas locais, no centro de Baturité ou nas cidades vizinhas. De acordo com Oliveira *et al.* (2018), o café produzido no Maciço de Baturité vem ampliando o mercado consumidor.

A produção cafeeira serrana, ilustrada na Figura 2, atende uma demanda de consumidores cientes do seu diferencial, que buscam por uma alimentação mais balanceada, saudável, sem o uso de aditivos químicos, produzida de forma artesanal por cafeicultores familiares e que contribui para a conservação ambiental.

Figura 2 – Aspectos gerais do cultivo, beneficiamento e impacto socioeconômico da cafeicultura em Baturité: (A) Trilha para os cafeeiros; (B) Sombreamento dos pés de café; (C) Café em chumbinho; e (D) Banco de Mudas



Fonte: Elaborada pelos autores (2022).

Para Scruton (2016), o meio ambiente é o problema político mais urgente de nossa época. Todavia, à medida que aparece um consumidor mais voltado para as questões socioambientais, surge também, o Greenwashing, um termo criado em 1986,

pelo ambientalista norte-americano Jay Westervelt, que significa “maquiagem verde” (Méo, 2019). Esse termo trata de um alerta para os consumidores acerca de técnicas de marketing com apelo ambiental, em produtos e/ou serviços, com as denominações “ecológico” e/ou “sustentável”, mas que não há uma real proteção ambiental. Reforçando esse entendimento, Kotler, Kartajaya e Setiawan (2010) enfatizaram que o marketing ambiental tem sido usado para influenciar os consumidores, mas nem todas as empresas seguem a linha da responsabilidade socioambiental.

A demanda mundial por alimentos elevou o país a um dos protagonistas na produção e exportação de produtos agrícolas, todavia, “em diversas cadeias produtivas, como a do café, o Brasil exporta grãos sem processamento e importa produtos processados, não aproveitando potenciais ganhos sociais e econômicos adicionais” (EMBRAPA, 2018, p. 11). Nessa perspectiva, o café de sombra de Baturité configura-se como uma antítese ao modelo hegemônico de produção agrícola vigente em nosso país (que utiliza defensivos, fertilizantes e herbicidas), e vem se destacando pelo seu valor agregado, produzido em pequena escala por cafeicultores familiares, com manejo e beneficiamento natural e artesanal.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa, com base em diferentes fontes, permitiu inferir que a cafeicultura serrana de Baturité, realizada na grande maioria em pequenas propriedades rurais por agricultores familiares, além de se pautar em práticas agroecológicas advindas do conhecimento empírico do produtor rural, também se fundamenta, atualmente, em orientações técnicas repassadas por profissionais especializados (técnicos agrícolas e agrônomos das instituições atuantes na região – Sebrae e SDR, principalmente).

As informações coletadas, em análise documental e a partir da experiência dos produtores rurais, acumulada ao longo de décadas, revelaram que a cafeicultura serrana segue a filosofia de um sistema produtivo multifuncional, ao permitir o consórcio de culturas agrícolas e florestais, o extrativismo vegetal e a segurança alimentar e nutricional. À luz da problemática ambiental contemporânea, depreende-se que o “café da mata” tornou-se um dos vetores de conservação e/ou preservação dos recursos naturais (biodiversidade e serviços ecossistêmicos), mostrando a possibilidade real de associação do binômio meio ambiente-desenvolvimento. A interação lavoura-floresta com elementos da agricultura tradicional é uma realidade centenária na região e que, há uma década, vem

sendo revitalizada e ganhando mais valor agregado, por meio de ações voltadas para o turismo de experiência, o movimento da “terceira onda do café” e a demanda por produtos naturais.

A expansão da cafeicultura de Baturité deve-se a uma ação conjunta de instituições locais, com destaque para o Sebrae, Governo Municipal de Baturité, IFCE, e os empreendedores rurais serranos, os quais vêm realizando várias atividades com o escopo de interligar o potencial da produção cafeeira ao turismo regional. Dentre elas, pode-se citar o macroprojeto “Baturité, terra do Café”, iniciado com a inauguração do primeiro Centro de Referência do Café de Sombra do Ceará, na comunidade serrana de Uirapuru, que visa fortalecer a sustentabilidade, social, econômica e ambiental de Baturité, com foco na cafeicultura.

Da narrativa dos cafeicultores familiares, percebeu-se que os desafios da produção do “café da mata” são muitos (limitações naturais imposta pelo relevo, presença de animais com peçonha, distanciamento entre os pés de café, colheita dos grãos manual e seletiva). Entretanto, vale anotar, o impacto positivo ao bioma serrano e o retorno socioeconômico são maiores.

Hoje o café não representa a atividade principal da região, contudo, está em pleno processo de expansão com a implementação das novas ações institucionais supracitadas, como a manutenção e revitalização dos cafeeiros, a produção de banco de mudas e a junção do “saber fazer” do produtor serrano com as novas técnicas agroecológicas implementadas pelos agrônomos que dão suporte na região. Este estudo almeja servir como subsídio para a leitura sobre a produção de café de sombra existente no município de Baturité e as suas contribuições em prol da sustentabilidade ambiental e do desenvolvimento socioeconômico.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, M. A.; ASSIS, R. L. A experiência de produção de café na Serra de Baturité – Ceará: aprendizado empírico e os reveses causados pelas políticas cafeeiras do Brasil. **Boletim de Geografia**, v. 39, 2022, p. 459-476.
- BASTOS, F. H.; PEULVAST, J. P. Suscetibilidade à Ocorrência de Movimentos de Massa no Maciço de Baturité-Ceará, Brasil. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 32, 2016, p. 124-142. DOI: <https://doi.org/10.11606/rdg.v32i0.119539>
- BERLATO, G. **Ceará transforma em gourmet café cultivado no semiárido**. Negócios. TrendsCE. Ceará, 2021, p. 1-9.

BOAVENTURA, P. S.; ABDALLA, C. C.; ARAÚJO, C. L.; ARAKELIAN, J. S. Cocriação de valor na cadeia do café especial: o movimento da terceira onda do café. **Revista de Administração de Empresas - ERA**. São Paulo. V. 58. maio-jun 2018. p. 254-266. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-759020180306>

BORRELLA, I.; MATAIX, C.; CARRASCO-GALLEG, R. Smallholder farmers in the speciality coffee industry: opportunities, constraints and the businesses that are making it possible. **IDS Bulletin, Brighton**, v. 46, n. 3, 2015, p. 29- 44.

CAVALCANTE, A. M. B. **A Serra de Baturité**. Fortaleza: Livro Técnico, 2005, p. 84. CEARÁ, GOVERNO DO ESTADO. **Projeto Hora de Plantar XXXV**. Fortaleza. 35^a ed. Manual Operacional, 2022, p. 148.

CEARÁ, OBSERVATÓRIO DA AGRICULTURA FAMILIAR. **Produto Interno Bruto Per Capita, 2019**. Disponível em: <https://ceara.dieese.org.br/ws2/tabela/ceara/produto-interno-bruto-per-capita>. Acesso em: 09 jun. 2022.

CEARÁ, GOVERNO DO ESTADO. **Plano de desenvolvimento integrado do turismo Sustentável - PDITS**. Polo Maciço de Baturité. Fortaleza, 2014, p. 306.

CNA, Confederação Nacional da Agricultura. **Dia Nacional do Café - Bebida é a mais popular entre os brasileiros, 2021**. Disponível em: <https://www.cnabrasil.org.br/noticias/dia-nacional-do-cafe-bebida-e-a-mais-popular-entre-os-brasileiros>. Acesso em: 23 mai. 2022.

DINIZ, C. V. C; MARTINS NETO, F. L.; VIVIANI, M. J. **Manual do café orgânico**. Piracicaba: Agrobiota, 2019, p. 142.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Café agroflorestal é tema de simpósio no Maciço de Baturité (CE)**. 2011. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/18147712/cafe-agroflorestal-e-tema-de-simposio-no-macico-de-baturite>. Acesso em: 22 mai. 2022.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Baturité**. 2021. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2415/epag_2022_jan.pdf. Acesso em: 2 mai. 2022.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo agropecuário**. 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/baturite/pesquisa/24/27745>. Acesso em: 30 mai. 2022.

IPECE, Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Informe**. Fortaleza – Ceará: Ipece, 2022, p. 17.

GUERREIRO FILHO, O.; SILVAROLLA, M. B.; ESKES, A. B. Expression and mode of inheritance in coffee to leaf miner *Perileucoptera coffeella*. **Euphytica (Wageningen)**. v. 105, 1999, p. 7-15.

KOTLER, P.; KARTAJAYA, H.; SETIAWAN, I. **Marketing 3.0:** From Products to Customers to the Human Spirit. New York: John Wiley Inc., 2010, p. 240.
LACOSTE, Y. A pesquisa e o trabalho de campo: um problema político para os pesquisadores, estudantes e cidadãos. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, v. 84, 2006, p. 77–92.

MARCELO, C. Baturité conquista apreciadores. **Diário do Nordeste**. 2018. Disponível em: <https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/negocios/cafe-produzido-no-macico-de-baturite-conquista-apreciadores-1.2024681>. Acesso em: 15 maio. 2022.

MARTINS, A. L. **A História do café.** 2. ed. São Paulo: Contexto, 2015, p. 322.

MÉO, L. C. Greenwashing e o direito do consumidor: como prevenir (ou reprimir) o marketing ambiental ilícito. São Paulo: **Revista dos Tribunais**, 2019, p. 263.

MUINHOS, R. A terceira onda do café: conhecimento, estilo de vida, mercado, novidades. **Revista Cafeicultura**, 2016, p.1-8.

OLIVEIRA, S. J. et al. **Comparação entre café sombreado produzido no maciço de Baturité e café ao sol comercial.** III Congresso Internacional das Ciências Agrárias. COINTER/PDVAGRO. 2018, p. 1-4. DOI: <https://doi.org/10.31692/2526-7701.IICOINTERPDVAGRO.2018.00380>

QUEIROGA, V. P.; GOMES, J. P.; MELO, B. A.; ALBURQUERQUE, E. M. B. **Cultivo de café (*Coffea arábica* L.) orgânico sombreado para produção de alta qualidade.** Campina Grande: AREPB, p. 279, 2021.

RIBEIRO, S, R, P.; RUFINO, M, S, M. O café agroecológico produzido na região serrana de Baturité, Ceará. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável.** v.13, nº 4, 2018, p. 521-530.

RODRIGUES, T. A; LEANDRO NETO, J.; GALVÃO, D. O. **Meio ambiente, sustentabilidade e agroecologia.** Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019, p. 310.
SCRUTON, R. **Filosofia Verde.** Como Pensar Seriamente o Planeta. Coleção abertura cultural. S2 ebook. São Paulo, 2016, p. 416.

SEBRAE, Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas. **Rota Verde do Café.** Baturité, CE: Sebrae, 2017, p. 4.

SEBRAE, Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas. **Turismo de experiência.** Recife, PE: CCS Gráfica e Editora, 2015, p. 52.

SEMA, Secretaria do Meio Ambiente. **Parceria Brasil-Suécia na produção de alimentos orgânicos.** 2020. Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br/2020/03/04/parceria-brasil-suecia-na-producao-de-alimentos-organicos/>. Acesso em: 16 mai. 2022.

SEMA, Secretaria do Meio Ambiente. **Área de Proteção Ambiental da Serra de Baturité.** 2013. Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br/2013/05/31/area-de-protecao-ambiental-da-serra-de-baturite/>. Acesso em: 22 mai. 2022.

SEMACE. Superintendência Estadual do Meio Ambiente. (2010). **Área de Proteção Ambiental da Serra de Baturité.** 2010. Disponível em: <https://www.semace.ce.gov.br/2010/12/08/apa-da-serra-de-baturite/> Acesso em: 08 mai. 2022.

SHEPHERD, E; MILNER-GULLAND, E. J.; KNIGHT, A. T.; LING, M. A.; DARRAH, S.; VAN, S. A; BURGESS, N. D. Status and Trends in Global Ecosystem Services and Natural Capital: Assessing Progress Toward Aichi Biodiversity Target 14. **Conservation Letters**, v. 9, n. 6, 2016, p. 429-437. DOI: <https://doi.org/10.1111/conl.12320>

SORIANO, R. R. **Manual de Pesquisa.** Petrópolis, RJ: Vozes, 2004, p. 39-60.

SUNDERLAND, T.; APGAUA, D.; BALDAUF, C.; BLACKIE, R.; COLFER, C.; CUNNINGHAM, A.B.; DEXTER, K.; DJOUDI, H.; GAUTIER, D.; GUMBO, D.; ICKOWITZ, A.; KASSA, H.; PARTHASARATHY, N.; PENNINGTON, R.T.; PAUMGARTEN, F.; PULLA, S.; SOLA, P.; TNG, D.; WAEBER, P.; WILMÉ, L. **Global dry forests:** A prologue. International Forestry. Review 17, 2015, p. 1-9. DOI: <https://doi.org/10.1505/146554815815834813>

THE COFFEE TRAVELER. **Cafés do Baturité:** Da história e das variedades. 2011. Disponível em: <https://www.thecoffeetraveler.net/new-blog-3/2015/8/19/cafs-do-baturite-da-histria-e-das-variedades?rq=Baturit%C3%A9>. Acesso em: 24 mai. 2022.



PREVISÃO DE EMISSÃO DE GASES DO EFEITO ESTUFA (GEE) NO ESTADO DO PIAUÍ, BRASIL

José de Jesus Sousa Lemos

Professor permanente dos Programas de Pós-Graduação em Economia Rural (PPGER) e Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) da Universidade Federal do Ceará. Consultor ad hoc, Pesquisador e Bolsista de Produtividade do CNPq

Francisco Nilson Silva Araújo

Estudantes de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Economia Rural (PPGER)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Fernando Marciano de Almeida

Estudantes de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Economia Rural (PPGER)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Elizama Cavalcante de Paiva

Estudantes de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Economia Rural (PPGER)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

RESUMO

O presente estudo visa prever a evolução das emissões médias de gases de efeito estufa (GEE) no estado do Piauí, tendo como base os 242 municípios do estado, bem como: 1 – estimar as estatísticas descritivas associadas às emissões de GEE e às precipitações médias anuais observadas no estado do Piauí no período de 1973 e 2023; 2 - criar um modelo que seja capaz de prever a trajetória das emissões médias de gases do efeito estufa que são agregadas a partir das emissões observadas nos municípios anualmente entre 1973 e 2023; 3 – hierarquizar, em ordem crescente de emissões de GEE, os municípios do Piauí e dividi-los em quintis, para avaliar os comportamentos médios das emissões e das pluviometrias em cada quintil. A hipótese norteadora do estudo é que os 33 municípios situados no sul do estado, aos quais estão inseridos na fronteira agrícola do MATOPIBA cuja agricultura é intensiva no uso de máquinas, fertilizantes químicos, defensivos agrícolas e criação de bovinos, são os maiores emissores de GEE da região. Para fazer as previsões, estimou-se o modelo ARIMA (0,2,1). As principais evidências da pesquisa mostraram que houve um crescimento expressivo das emissões de GEE no estado do Piauí no período analisado e que, conforme suposição norteadora da pesquisa, os municípios situados na região do MATOPIBA apresentaram as maiores emissões médias de GEE no período analisado.

Palavras-chave:

Modelo ARIMA

Gases do Efeito Estufa

Alterações Climáticas

FORECASTING GREENHOUSE GAS (GHG) EMISSIONS IN THE STATE OF PIAUÍ, BRAZIL

ABSTRACT

This study aims to predict the evolution of average greenhouse gas (GHG) emissions in the state of Piauí, based on the 242 municipalities of the state, as well as: 1 - estimate the descriptive statistics associated with GHG emissions and average annual rainfall observed in the state of Piauí in the period from 1973 to 2023; 2 - create a model that is capable of predicting the trajectory of average greenhouse gas emissions that are aggregated from the emissions observed in the municipalities annually between 1973 and 2023; 3 - hierarchize, in ascending order of GHG emissions, the municipalities of Piauí and divide them into quintiles, to evaluate the average behavior of emissions and rainfall in each quintile. The study's guiding hypothesis is that the 33 municipalities located in the southern part of the state, which are located within the agricultural frontier of MATOPIBA, where agriculture is intensive in the use of machinery, chemical fertilizers, pesticides, and cattle raising, are the largest GHG emitters in the region. The ARIMA (0, 2, 1) model was used to make the predictions. The main evidence from the study showed that there was a significant increase in GHG emissions in the state of Piauí during the analyzed period and that, in accordance with the study's guiding assumption, the municipalities located in the MATOPIBA region had the highest average GHG emissions during the analyzed period.

Keywords:

ARIMA Model
Greenhouse Gases
Climate Change

1 INTRODUÇÃO

O efeito estufa é um fenômeno natural e fundamental para a vida na Terra. Nele, os gases retêm o calor irradiado pelo planeta enquanto permitem a passagem da radiação solar, proporcionando uma temperatura média global, próxima à superfície, entre 16-18°C. O que mantém as temperaturas médias globais toleráveis no planeta terra é a troca de energia entre a superfície e atmosfera.

Uma parte da energia solar que chega até ao planeta terra é refletida à atmosfera terrestre e outra é absorvida. A parte que é bloqueada na atmosfera é justamente devido aos gases de efeito estufa, que deixam passar a energia solar (por ter comprimentos de onda menores), são opacos à radiação terrestre, pois apresentam comprimentos de onda diferentes devido à temperatura solar e terrestre.

Contudo, o aumento desse fenômeno, vem sendo impulsionado pelas atividades humanas, e gerando problemas que ultrapassam as fronteiras nacionais. Tornando as mudanças climáticas uma importante questão global, sendo uma responsabilidade e missão compartilhada por toda a humanidade (IPCC, 2022; HU et al, 2022).

O aumento da concentração de dióxido de carbono (CO_2) na atmosfera vem incentivando a velocidade atual do aquecimento do planeta. De acordo com o sexto relatório

de avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), em 2021, a concentração de CO₂ atingiu 410 partes por milhão (ppm), o maior nível em 2 milhões de anos.

Esse aumento exacerbado das emissões de gases do efeito estufa criam problemas quando as suas quantidades superam a sua existência de forma natural. Isso acontece em decorrência das atividades humanas como: 1 - queima de combustíveis fósseis como carvão mineral, gás natural e petróleo; 2 - A remoção de florestas seja por queimadas ou devido ao corte da vegetação, que libera o carbono armazenado nas árvores de volta para a atmosfera, além de reduzir a capacidade natural de absorção de CO₂, através do fenômeno chamado de fotossíntese; 3 – Industrialização em certas atividades como a produção de cimento; 4 – emissão de gases através dos escapamentos dos automóveis, meios de transportes nas rodovias ou nos centros urbanos e transportes em geral; 5 - atividades agrícolas praticadas de forma inadequada, especialmente a criação de gado em elevadas concentrações por área que libera grandes quantidades de metano durante a digestão, sobretudo por parte do gado bovino.

Dentre outras implicações essas elevações dos gases do efeito estufa acima dos níveis naturais podem alterar variações climáticas que, no geral, são localizadas, tendo em vista a imensidão do planeta terra em que 71% da superfície é constituída de água (oceanos e rios) e dos 29% restantes apenas 6% da superfície é ocupada por seres humanos (Felicio, 2014).

Apesar do crescimento econômico impulsionado pelo setor agrícola, essa é uma das atividades responsáveis pelas emissões de gases de efeito estufa (GEE), devido ao uso de fertilizantes à base de combustíveis fósseis, à queima de biomassa, à alta densidade de gado por unidade de área e ao uso de maquinário agrícola pesado, que também utiliza esse tipo de combustível em sua matriz energética (Liu et al., 2017).

Desta forma o setor agropecuário, embora essencial para a segurança alimentar, para a produção de matérias primas para o setor industrial, agroenergia e, em decorrência, contribuindo para o desenvolvimento socioeconômico, sendo praticado mediante a utilização de práticas inadequadas, pode contribuir para essas emissões. De acordo com a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), o setor agrícola pode ser responsável por até 21% das emissões mundiais de GEE (FAO, 2016).

A intensificação das variações climáticas representa um dos desafios mais prementes da atualidade, demandando ações urgentes em diversas frentes para mitigar as suas causas e adaptar-se aos seus efeitos.

O semiárido brasileiro, caracterizado por condições climáticas adversas, como irregularidade pluviométrica e elevadas temperaturas, apresenta vulnerabilidades particulares aos impactos dessas variações ou instabilidades climáticas (Lemos, 2022). No estado do Piauí, os municípios que fazem parte do semiárido concentram uma parcela significativa da população rural e da atividade agropecuária, com destaque para a pecuária bovina, que desempenha um papel crucial na economia local, mas também representa uma fonte relevante de emissões de GEE, principalmente pela fermentação entérica do rebanho.

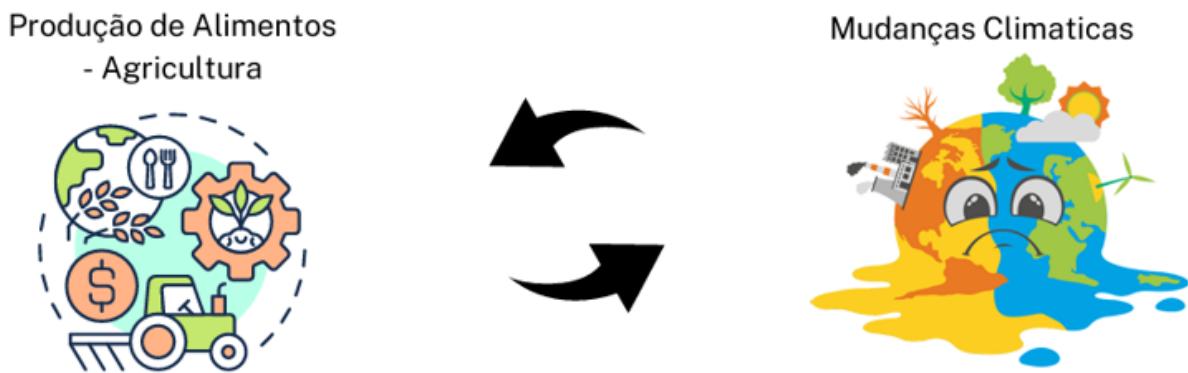
Compreender e prever a dinâmica dessas emissões torna-se fundamental para o planejamento de estratégias de desenvolvimento sustentável que conciliem a produção agropecuária com a conservação ambiental e a convivência das populações com essas instabilidades.

Estudos recentes e iniciativas governamentais, como o Plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono) e programas voltados para o semiárido, como o "Viva o Semiárido" no Piauí, buscam promover práticas agropecuárias mais sustentáveis e de baixa emissão. A avaliação da eficiência produtiva e a adoção de tecnologias de baixa emissão de carbono são temas emergentes, conforme apontado por pesquisas da Embrapa e discussões em fóruns técnicos. No entanto, a capacidade de antecipar tendências futuras de emissão em nível municipal, considerando as especificidades locais, ainda é um campo que necessita de maior exploração.

É válido salientar que é possível observar uma espécie de "ciclo vicioso" entre a agricultura e as mudanças climáticas por meio do aumento das emissões dos Gases do Efeito Estufa, onde à interação negativa entre as práticas agrícolas, quando adotadas, causam aumento das emissões de gases de efeito estufa que por sua vez altera o clima causando aquecimento global contribuindo para condições mais desfavoráveis para a agricultura.

Rosane (2023), Bezerra (2022) e o IPCC (2022), enfatizam que o aumento das temperaturas e a alteração dos padrões climáticos afetam negativamente a agricultura levando à diminuição da resiliência das culturas, deixando-as mais vulneráveis a pragas, o que leva ao aumento das taxas de aplicação de pesticidas, necessidade de maior desmatamento, dentre outras ações que, por sua vez, geram mais GEE, concordando assim que toda essas atividades levam a um ciclo (Figura 01).

Figura 01 – Ciclo vicioso



Fonte: Elaborado pelo autor

A intensificação das variações climáticas, dentre outras prioridades, tem evidenciado a importância de monitorar e prever as emissões de gases do efeito estufa (GEE) sobretudo em setores produtivos como a agropecuária. No semiárido brasileiro, em especial no estado do Piauí, que possui a maioria dos municípios inseridos nesse regime climático, as atividades pecuárias representam importante vetor de emissões, sendo influenciadas por fatores como a precipitação pluviométrica irregular e a variação do efetivo animal. No entanto, a maioria dos estudos sobre emissões ainda se concentra em escalas nacionais ou estaduais, carecendo de abordagens preditivas em nível municipal.

Diante desse cenário, este estudo tem como objetivo geral investigar e a evolução das emissões médias emissões de GEE no estado do Piauí, a partir das informações coletadas em nível dos 224 municípios que fazem parte do estado, no período de 1973 a 2023.

De forma específica a pesquisa se propôs: 1 – estimar as estatísticas descritivas associadas às emissões de GEE e às precipitações médias anuais observadas no estado do Piauí no período de 1973 e 2023; 2 - criar um modelo que seja capaz de prever a trajetória das emissões médias de gases do efeito estufa que são agregadas a partir das emissões observadas nos municípios anualmente entre 1973 e 2023; 3 – hierarquizar, em ordem crescente de emissões de GEE, os municípios do Piauí e dividi-los em quintis, para avaliar os comportamentos médios das emissões e das pluviometrias em cada quintil.

1.1 O semiárido brasileiro e as emissões de gee

O Semiárido Brasileiro não é homogêneo em paisagem, em disponibilidade de recursos naturais, tampouco em revestimento florístico. É um tipo de clima caracterizado

pelo baixo e instável índice pluviométrico. As temperaturas médias são elevadas com reduzidas amplitudes térmicas. Os dias são longos em termos de luminosidade. Na maior parte do ano não chove e a umidade relativa do ar é muito baixa. Geralmente se caracteriza por apresentar chuvas concentradas em uma época do ano e um grande período do ano com estiagem. Pode-se dizer que a regra no semiárido brasileiro é a instabilidade pluviométrica (Lemos, 2020; Costa Filho, 2025).

No Brasil, o clima semiárido reconhecido oficialmente pelo Conselho Deliberativo da SUDENE (CONDEL/SUDENE) se dá em todos os 9 estados da região Nordeste, em parte do norte de Minas Gerais e em seis 6 municípios do estado do Espírito Santo. Atualmente são 1477 municípios fazendo parte do regime climático do semiárido. Esses municípios ocupam uma área de 1.335.298 km², representando 15% do território brasileiro, onde mora uma população estimada pelo IBGE de 31 milhões de habitantes (SUDENE, 2024; IBGE, 2022).

As áreas definidas no clima semiárido apresentam especificidades climáticas de solos, cobertura vegetal e de fauna nativa. De acordo com os dados do Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG), as emissões de GEE da categoria de Mudança de Uso de Terra é a que contribui mais com esta emissão com um total em 2023 de 1.061.636.268, e segundo posição a agropecuária com emissão em 2023 de 631.176.931. Portanto, particularmente a bovinocultura contribui significativamente para as emissões de metano entérico, configurando-se como uma importante fonte de emissão de GEE no país (SEEG BRASIL, 2023).

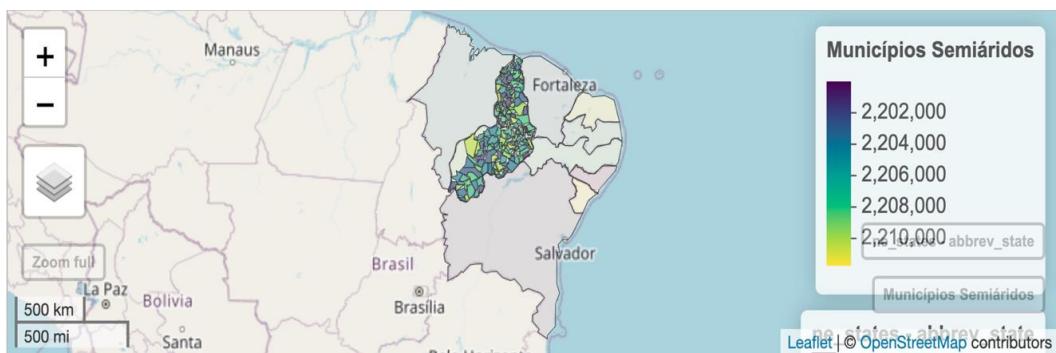
material e método.

Nesta seção apresentam-se a base de dados com as respectivas fontes bem como as metodologias adotadas para alcançar cada um dos objetivos do estudo realizado para investigar a relação entre as emissões anuais médias de GEE no estado do Piauí e as pluviometrias médias do estado entre os anos de 1973 e 2023.

Área de estudo:

A pesquisa busca entender o comportamento das emissões de GEE no estado do Piauí entre os anos de 1973 a 2023. Esse estado possui 224 municípios, dos quais 216, ou 96,4%, estão atualmente reconhecidos oficialmente como fazendo parte do semiárido brasileiro. Em termos relativos é um dos estados que possuem maiores quantidades de municípios participantes do regime semiárido. Na figura 02 mostra-se a localização da área de estudo desta pesquisa.

Figura 02 – Municípios do semiárido do Piauí



Fonte: Elaborada pelos autores a partir dos dados do IBGE.

A área do estado é caracterizada pela predominância do regime climático semiárido, com baixos índices pluviométricos anuais e geralmente instáveis. O clima apresenta alta evapotranspiração potencial, igualmente elevadas temperaturas e uma estação de escassez hídrica prolongada que se estende anualmente, em geral, a partir do mês de junho até dezembro. A vegetação predominante é a Caatinga, mas parte dos municípios situados ao sul do estado está inserida no bioma Cerrado. Prevalecem nos municípios as unidades agrícolas familiares (UAF) que praticam uma agricultura em que prevalece cultivos de sequeiro, majoritariamente arroz, feijão, mandioca e milho. De acordo com o censo agropecuário de 2017, se pratica também de forma extensiva a criação de gado bovino (IBGE, 2017).

A base de dados utilizados na pesquisa provém das seguintes fontes. As informações acerca das emissões anuais dos gases do efeito estufa (GEE) pelas atividades agrícolas praticadas nos 224 municípios do estado no período de 1973 a 2023 foram levantadas junto ao SEEG (*System of Estimates of Greenhouse Gas Emissions and Removals*). As informações acerca das pluviometrias anuais dos municípios do Piauí computadas para o período de 1973 a 2023 foram levantadas junto à NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*).

As informações de emissões anuais de GEE pelo setor agrícola dos municípios do estado do Piauí, bem como das precipitações pluviométricas anuais foram agregadas nas suas respectivas médias. Assim, o estudo avaliou as emissões médias anuais de GEE pelo estado do Piauí, aferindo os impactos das pluviometrias médias, tendo como base as informações coletadas em nível dos seus municípios entre os anos de 1973 a 2023.

2.1.2 Metodologia para atingir o primeiro objetivo

Para atingir o primeiro objetivo da pesquisa estimam-se os valores médios, máximos e mínimos das emissões de GEE e das precipitações de chuvas, a partir dos valores médios obtidos da agregação das informações observadas nos 242 municípios do estado do Piauí entre os anos de 1973 a 2023. Estimam-se também os valores mínimos, máximos, coeficientes de variação dessas duas variáveis, bem como estima-se a correlação linear entre elas.

2.1.3 Metodológica para alcançar o segundo objetivo: aferição da evolução das emissões de GEE

Inicialmente, realizou-se uma análise exploratória das séries temporais para verificar eventuais padrões, tendências e possíveis rupturas estruturais. As séries foram visualizadas graficamente e submetidas a testes estatísticos, como o **teste de Dickey-Fuller Aumentado (ADF)**, para avaliar a estacionariedade, condição essencial para a aplicação do modelo ARIMA.

Após fazer estudo exploratório dos dados, iniciam-se as avaliações para procurar atingir o esse objetivo estimando a correlação entre as emissões médias de GEE no estado com as respectivas precipitações de chuvas. Caso a correlação seja significativamente elevada, parte-se para duas estratégias que serão apresentadas a seguir.

Como o objetivo de buscar aferir o impacto das pluviometrias sobre as evoluções das emissões anuais de GEE, que nesta pesquisa é tratada como Y_t parte das seguintes premissas. Seja Y_t uma variável aleatória observada no t -ésimo período ($t = 1, 2, \dots, n$). Seja Y^P o valor projetado de Y_t , e que ϵ_t seja o termo aleatório que, por hipótese, atende aos fundamentos do modelo linear clássico, de ser “ruido branco”. Neste caso, os valores de (Y^P) que prevê os valores de (Y_t) podem ser sintetizados na equação (1)

$$Y^P = Y_t + \epsilon_t \quad (1)$$

Nesta pesquisa se supõe que o termo aleatório (ϵ_t) que, por hipótese é endógeno, experimenta variações decorrentes da variável exógena que nesta pesquisa assume-se que seria a pluviometria média anual observada (X_t). Sendo assim escreve-se que:

$$\epsilon_t = f(X_t) \quad (2)$$

Para estimar o impacto de $f(X_t)$ sobre o termo de erro, a pesquisa utiliza de duas estratégias. A primeira mais simples seria estimar um modelo de regressão linear simples entre o termo de erro (ϵ_t) e a variável exógena (X_t).

Uma alternativa seria inserir a variável exógena em modelo ARIMA (*AutoRegressive Integrated Moving Average*) criado por Box, Jenkins (2015). O modelo ARIMA é amplamente utilizado para a previsão de séries temporais univariadas. Este modelo é representado como ARIMA (p,d,q), onde: p é a ordem da parte autorregressiva (AR); d é o número de diferenças necessárias para tornar a série estacionária (integração) q é a ordem da média móvel (MA). Caso o teste de correlação das séries de emissões de GEE e de chuvas seja estatisticamente significante, a pesquisa testa outra alternativa que é a construção do modelo ARIMA com variável exógena. A inserção da variável (X_t) no modelo, o transforma em ARIMAX(p,d,q,x). Caso o regressor associado à variável (X_t) seja estatisticamente diferente de zero, se confirma a hipótese de que o modelo original pode ser estendido. Caso a hipótese não se confirme, trabalha-se com o modelo ARIMA original.

Paiva et al (2024) elaboraram modelo ARIMAX para prever o impacto das pluviometrias nas séries anuais de produção de lavouras de sequeiro em Pernambuco. Lemos e Bezerra (2019); Lessa et al (2023) mostraram, através de regressão linear que as pluviometrias impactam as produções de grãos no Ceará e de lavouras de sequeiro na Paraíba, respectivamente.

Para estimar o modelo de previsão seguiu-se, de forma resumida, as seguintes etapas: 1-**Estacionarização da série:** Aplicou-se diferenciação quando necessário, conforme indicado pelo teste ADF e inspeção do gráfico da série. 2 - **Identificação do modelo:** Com base nos gráficos da função de autocorrelação (ACF) e autocorrelação parcial (PACF), identificaram-se os valores iniciais de p e q . O critério de informação de Akaike (AIC) foi utilizado para comparar modelos e selecionar o mais parcimonioso. Os parâmetros do modelo foram ajustados por máxima verossimilhança. 3 - **Diagnóstico do modelo:** Os resíduos dos modelos foram analisados para verificar a ausência de autocorrelação (teste de Ljung-Box), normalidade e homocedasticidade.

A estatística Ljung-Box (LB) verifica o fator aleatório e a independência da série de dados ao longo do tempo. Se o teste indicar que as observações não são independentes, então existe correlação diferente de zero entre uma ou mais observações passadas.

Com o modelo validado, geraram-se previsões para os próximos 10 anos. A acurácia das previsões será avaliada por meio do erro quadrático médio (RMSE) e do erro absoluto médio (MAE).

A partir das estimativas geradas no modelo serão traçado dois cenários considerados otimistas para estimativas “menores” que as estimadas pela previsão central e “pessimistas” para estimativas maiores que os previstos pelo ARIMA. As previsões centrais representarão as estimativas pontuais de emissão dos GEE em cada ano.

Os limites inferiores e superiores serão estimados por meio do intervalo de confiança (intervalo de previsão).

$$\text{Limite inferior} = y_p - z \cdot SE_t$$

$$\text{Limite superior} = y_p + z \cdot SE_t$$

Onde:

y_p = previsão central para o ano t;

SE_t = erro padrão da previsão (quanto maior a incerteza, mais largos os limites);

z = valor crítico da distribuição normal (ex.: 1,96 para intervalo de 95%).

2.1.4 Estratégia metodológica para alcançar o terceiro objetivo

O terceiro objetivo busca hierarquizar, em ordem crescente, as emissões de GEE pelos 224 municípios do estado do Piauí, agrupá-los em quintis e estimar as correlações entre as médias de emissões em cada quintil com as respectivas médias pluviométricas observadas em cada quintil.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir serão apresentados e discutidos os resultados encontrados na pesquisa na sequência em que foram apresentados os objetivos da pesquisa.

3.1 Resultados encontrados para atingir o primeiro objetivo

As séries temporais da variável emissões de gases do efeito estufa GEE pelas atividades agrícolas do estado Piauí. Após análise gráfica, observou-se tendência de crescimento e variância não constante, especialmente na variável GEE, o que motivou a aplicação de transformações logarítmicas para estabilizar a variância.

Tabela 01 – Medidas descritivas da amostra

Estatísticas estimadas	Emissões de GEE	Precipitação de chuvas
Média	2291,57	785,56
Mínimo	661,45	320,8
Máximo	7719,25	1.772,90
CV(%)	73,71	36,0
R de Pearson =	-0,044 ^{NS}	

Fonte: NOAA e GEE, vários anos

Nota: NS=coeficiente estatisticamente não diferente de zero aos níveis usuais de probabilidades de erro

A análise descritiva das variáveis emissões anuais de GEE, bem como das precipitações anuais de chuvas revelaram características distintas e importantes para a compreensão do fenômeno em estudo. As emissões de GEE apresentaram uma média anual de 2291,57 toneladas, com um mínimo de 661,45 toneladas e um máximo de 7719,25 toneladas. O coeficiente de variação foi bastante elevado, da ordem de 73,71%. Este alto CV indica uma heterogeneidade significativa nas emissões ao longo do período estudado, tanto de forma espacial (entre os municípios) como temporal, quando se computam as médias anuais dessas emissões. Esta evidencia sugere a presença de tendências ou de ciclos que justificam a aplicação de modelos de análises de séries temporais.

A precipitação registrou uma média de 785,56 mm, com valores mínimos de 320,8 mm e máximos de 1.772,90 mm, e um CV de 36,00%. A pluviometria no semiárido é conhecida por sua irregularidade, o que pode impactar diretamente as atividades agrícolas, tanto da produção vegetal como animal.

O coeficiente de correlação entre as séries de emissões anuais de GEE e de pluviometria foi muito baixo (-0,044), com um nível de significância de 0,759. Portanto, observou-se que no período analisado, ao menos de um ponto de vista das séries anuais das emissões de GEE e de pluviometria, rejeita-se a hipótese de existência de correlação entre essas duas variáveis.

Com base nesta evidência, não foi possível introduzir a variável exógena, precipitação anual das chuvas no modelo ARIMA utilizado para fazer as previsões das emissões de GEE médio pelo estado do Piauí entre os anos de 1973 a 2023, contudo avaliam-se os comportamentos das pluviometrias nas definições das magnitudes das emissões de GEE nos quintis que são objetos do terceiro objetivo.

Análise de Estacionariedade das Séries Temporais

Uma série é dita estacionária quando suas propriedades estatísticas como média, variância e auto-covariância são constantes ao longo do tempo.

A estacionariedade das séries temporais é um pré-requisito fundamental para a aplicação de modelos ARIMA. Para avaliar esta condição, foram utilizados os testes de Dickey-Fuller Aumentado (ADF) e Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS) para as séries log-transformadas de GEE. A log-transformação foi aplicada para estabilizar a variância e linearizar as relações, conforme prática comum em séries temporais com dados de emissões e populações.

O teste ADF resultou em um p-valor de 0,7506, que é significativamente maior que o nível de significância de 0,05. Com base neste resultado, não foi possível rejeitar a hipótese nula de não estacionariedade, indicando que a série log (GEE) não é estacionária. Complementarmente, a estatística KPSS para log (GEE) foi de 1,0122, excedendo o valor crítico de 0,463. Este resultado levou à rejeição da hipótese nula de estacionariedade, confirmando que a série log (GEE) é não estacionária e, portanto, requer diferenciação para se tornar estacionária antes da modelagem ARIMA.

Modelagem ARIMA para estimação das Emissões de GEE

Com base na análise de estacionariedade, a série temporal de emissões de GEE foi processada utilizando um modelo ARIMA (0,2,1). A escolha da ordem de diferenciação ($d=2$) foi determinada pela necessidade de tornar a série estacionária, conforme indicado pelos testes ADF e KPSS. O modelo ARIMA(0,2,1) significa que a série não tem componente autoregressivo ($p=0$), foi diferenciada duas vezes ($d=2$) e que há um componente de média móvel ($q=1$) de primeira ordem MA(1).

O modelo ajustado demonstrou um bom desempenho preditivo. Com efeito o coeficiente determinação (R^2) foi de 0,909; com um erro médio absoluto percentual (MAPE) de 15,3%; BIC normalizado = 12,50; o coeficiente de correlação estimado entre os valores observados e previstos da série de emissões de GEE foi de 0,951. Coeficientes de determinação elevados, valores de MAPE abaixo de 20%, são geralmente considerados aceitáveis para previsões em séries temporais. Além disso valores reduzidos da estatística BIC sinalizam para sinalizar que o ajustamento foi parcimonioso.

O coeficiente de correlação de Pearson entre as séries observada e prevista da ordem de 0,951 corrobora com o bom grau de ajustamento do modelo estimado. Finalmente a estatística de Ljung-Box ($Q=23,41$) com 17 graus de liberdade, que foi significativamente diferente de zero apenas em níveis superiores a 13,3% de probabilidade de erro, sinaliza que não se pode rejeitar a hipótese de que os resíduos gerados na estimação são ruido branco (HYNDMAN, R. J.; ATHANASOPOULOS, G., 2021).

O coeficiente da média móvel de primeira ordem MA (1) foi estimado em 0,916, sendo estatisticamente significativo a um nível de probabilidade menor do que 1% de erro, o que valida a inclusão deste componente no modelo, e consolida o modelo estimado como adequado para fazer as previsões de emissões de GEE usando as médias agregadas das emissões dos 242 municípios estudados.

Previsões de Emissões pelo Modelo ARIMA (0,2,1)

As previsões do modelo ARIMA (0,2,1) para as emissões de GEE para o estado do Piauí indicam uma tendência crescente consistente no período 2024-2033, sendo representada na Tabela 03.

O modelo projetou um aumento significativo nas emissões para o período analisado, passando de 8054,79 ton de GEE em 2024 para 11074,65 ton de GEE em 2033, com incremento médio anual de 335,54 t(3,5% a.a.) de emissões de GEE. Na Tabela 3 e no Gráfico 2 apresentam-se os valores pontuais previstos, juntamente com os intervalos de confiança de 95% (IC=95%). Observa-se que as emissões totais de GEE mantêm uma tendência de crescimento ao longo do período projetado e previsto.

Tabela 02 – Previsão de aumento no GEE (ton)

Ano	Previsão GEE	Limite inferior	Limite superior
2024	8054,79	7030,49	9079,09
2025	8390,33	6879,87	9900,79
2026	8725,87	6799,32	10652,42
2027	9061,41	6747,49	11375,33
2028	9396,95	6709,19	12084,71
2029	9732,49	6677,04	12787,94
2030	10068,03	6646,90	13489,16
2031	10403,57	6616,24	14190,90

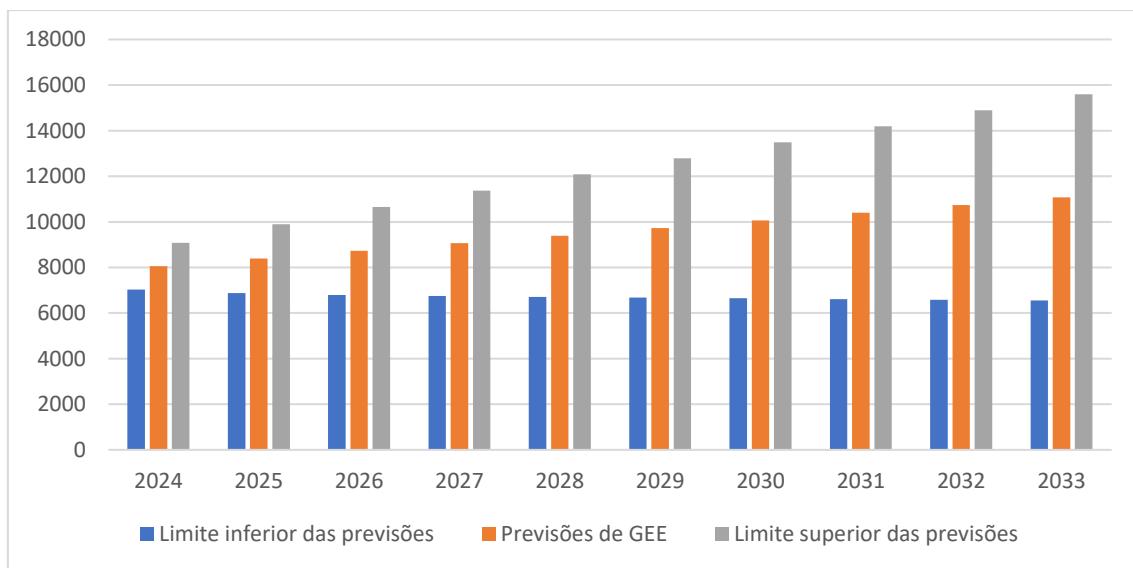
2032	10739,11	6583,44	14894,78
2033	11074,65	6547,40	15601,90

Fonte: Elaborada pelos autores a partir dos dados da amostra.

O aumento progressivo da amplitude dos intervalos de confiança é consistente com o comportamento esperado de séries temporais com alta ordem de diferenciação, refletindo maior incerteza à medida que se projeta para anos mais distantes.

A previsão para 2033 indica que, no cenário mais conservador (IC 95% inferior), as emissões ainda podem superar 11074,65 toneladas de GEE, enquanto, no cenário mais pessimista (IC 95% superior), podem ultrapassar 15601,90 toneladas de emissões de GEE, o que reforça a necessidade de políticas públicas de mitigação. Esses resultados sugerem a necessidade de **monitoramento contínuo e intervenções políticas eficazes**, especialmente se o cenário de alta se concretizar.

Gráfico 1 – Valores médios, limites inferiores e limite superiores das previsões de emissões de GEE pelo estado do Piauí entre os anos de 2024 a 2033



Fonte: Resultados baseados nas evidências mostradas na Tabela

Emissões do GEE por Municípios agrupados em quintis (terceiro objetivo da pesquisa). Os municípios do Piauí foram organizados em quintis de acordo com as emissões de GEE. Os resultados desta etapa da pesquisa estão mostrados na tabela 03 e no gráfico 01.

Tabela 03 – Médias e classificações das emissões de GEE nos quintis - Piauí entre 1973 a 2023

Quintis	Emissões médias de GEE (ton)	Classificação
1	407	Baixas emissões
2	694	Emissões moderadamente baixas
3	1001	Emissões medias
4	1698	Emissões altas
5	7779	Emissões muito altas

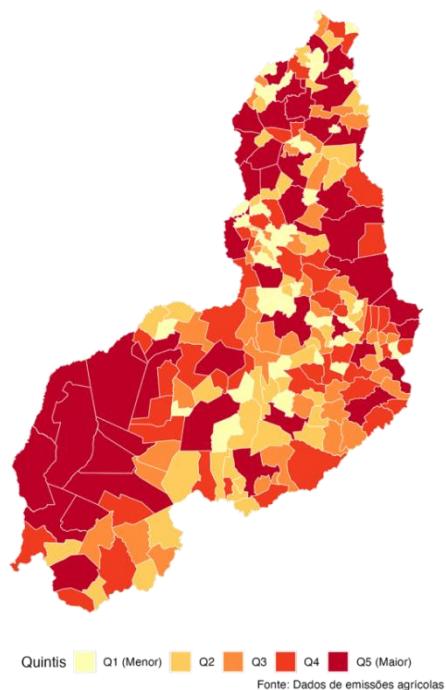
Fonte: Resultados encontrados na pesquisa.

Pelas evidências mostradas na tabela 3, observa-se uma distribuição espacial das emissões de gases de efeito estufa (GEE) no estado do Piauí, classificadas por quintis. Esta análise baseia-se na legenda numérica fornecida, que representa valores contínuos de emissões de GEE.

Verifica-se que os maiores emissores de GEE (vermelho) formaram dois blocos. O maior bloco está localizado nos municípios situados na região sul do estado. Esses municípios fazem parte da fronteira agrícola do MATOPIBA. Nessa região é praticada agricultura intensiva no uso de máquinas e equipamentos que utilizam combustíveis fósseis. Além disso, também ai se concentra uma elevada concentração de fazendas criadoras de gado bovino.

Gráfico 02 – Distribuição espacial dos quintis por municípios emissores de GEE do semiárido do Piauí

Emissões Médias de GEE por Município no Piauí
Agrupados por Quintis (1973-2023)



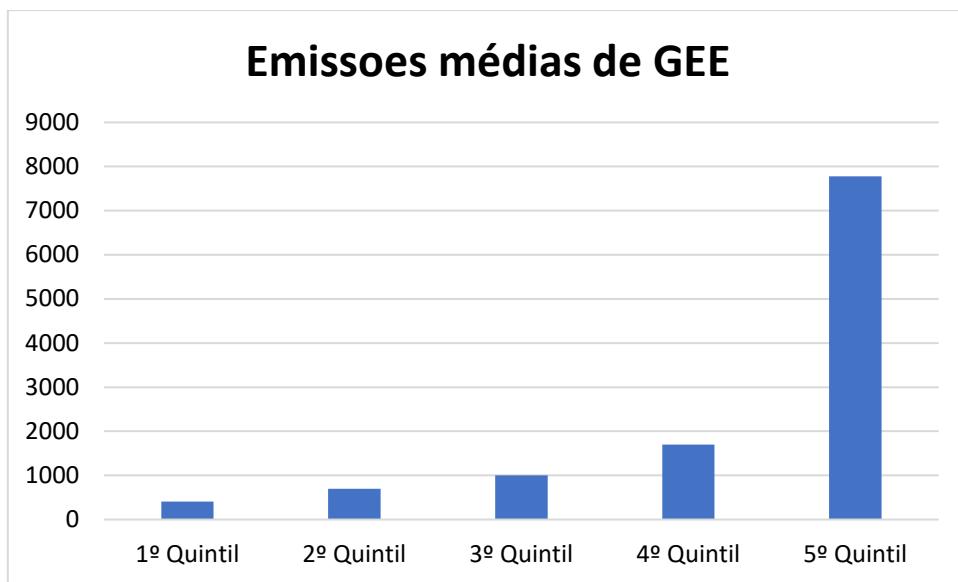
Fonte: Dados de emissões agrícolas

Fonte: Elaborada a partir dos resultados da pesquisa.

Por outro lado, o quintil com menor média de emissões está situado na região norte do estado. O bloco vermelho, mais ao norte, concentra municípios em torno da capital, logo é de se esperar que haja elevadas emissões nessa área, devido ao grande aglomerado populacional, que induzir a uma maior demanda energética, associada às emissões provocadas pela contaminação provocada pelos destinos inadequados de dejetos humanos. De acordo com o último Censo Demográfico de 2022, o estado do Piauí tem um dos mais críticos acessos de domicílios urbanos às redes de esgotamento sanitário.

Através das evidências mostradas nos gráficos 2 e 3, observa-se também que o grupo formado pelas médias dos quintis 4 e 5 (os maiores emissores de GEE no estado) emitem, em média, 4,5 vezes mais que a média agregada computada pelas emissões de GEE do primeiro, segundo e terceiro quintis.

Gráfico 3 – Distribuição da média dos quintis por municípios emissores de GEE do estado do Piauí entre 1973 e 2023



Fonte: Elaborada a partir dos resultados da pesquisa.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo principal prever a evolução das emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE) nos municípios da região semiárida do Piauí, utilizando modelos de séries temporais ARIMA. A pesquisa foi motivada significativa evolução da agricultura intensiva no uso de máquinas e defensivos agrícolas, bem como do crescimento da atividade pecuária em todo o estado, mas com maior ênfase no sul do estado, em que os municípios estão inseridos na fronteira agrícola do MATOPIBA.

A análise descritiva das variáveis revelou a alta variabilidade das emissões de GEE e a irregularidade da precipitação nos municípios estudados, consolidados pelas médias anuais no período de 1973 a 2023. A correlação entre a precipitação pluviométrica e as emissões de GEE foi bastante tênue, ao contrário do que se supunha quando se concebeu a realização deste estudo. Observou-se ainda que as emissões de GEE no Piauí cresceram significativamente entre 1973 e 2023, e a tendência de aumento deve continuar na próxima década.

O modelo ARIMA(0,2,1) mostrou-se uma ferramenta eficaz e bem-sucedida para prever a evolução das emissões, alcançando um dos objetivos centrais da pesquisa. Com base nesse modelo foi possível elaborar as previsões das emissões de GEE para um período de dez anos (2024 a 2033), que era um dos objetivos da pesquisa que, por tanto, foi alcançado com sucesso.

A Conclusão geral da pesquisa é que os 242 municípios do estado do Piauí apresentam padrão médio elevado de emissões de GEE e que os municípios situados na fronteira agrícola do MATOPIBA e aqueles situados no entorno da capital do estado apresentaram os maiores níveis de emissões no período estudado. Por outro lado, os municípios situados nas áreas de agricultura que utiliza baixos padrões tecnológicos e extrativismo, mostraram ter menores emissões de GEE.

Por fim, os resultados reforçam a necessidade de políticas públicas de mitigação e monitoramento contínuo, especialmente nas regiões de agricultura intensiva, para conciliar o desenvolvimento agropecuário com a sustentabilidade ambiental.

REFERÊNCIAS

- Costa Filho, J. **Degradação dos solos nos estabelecimentos rurais do Nordeste brasileiro**. Fortaleza. 2025. Tese de Doutorado.
- BEZERRA, F. N. R. (2022). Avaliação Da Agricultura De Baixa Emissão De Carbono E Inteligente Ao Clima No Brasil. Tese (Doutorado Em Economia Rural) – Universidade Federal Do Ceará, Fortaleza.
- Box, G.E. Et Al. Time Series Analysis Forecasting And Control. New Jersey,Wiley.Fifth Edition. 2015.
- Felício, R. A. (2014). **Mudanças climáticas e aquecimento global – Nova formatação e paradigma para o pensamento contemporâneo?** Ciência e Natura, 36 (3), 257–266.
- Lemos, J.J.S. **Vulnerabilidades induzidas do semiárido**. Fortaleza. Imprensa Universitária, 2020
- FIELD, A. Discovering Statistics Using BM SPSS Statistics. 2018.
- GEE. SEEG Brasil – O Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG) oferece dados em tempo real, que apoiam a transformação necessária para enfrentar os desafios globais que afetam todas as regiões brasileiras.[s. l.], 2025. Disponível em: <https://seeg.eco.br/>. Acesso em: 5 jun. 2025.
- GUJARATI, Damodar N.; PORTER, Dawn C.**Econometria básica**.5. ed. **Porto Alegre: AMGH**, 2011.924 p.ISBN 9788563308320.
- HYNDMAN, R. J.; ATHANASOPOULOS, G. Forecasting: Principles and Practice (3rd ed). [S. l.: s. n.]. E-book. Disponível em: <https://otexts.com/fpp3/>. Acesso em: 3 jul. 2025.
- HU, S. et al. Spatial pattern of the effects of human activities on the land surface of China and their spatial relationship with the natural environment. Environment, Development and Sustainability, v. 24, p. 10379-10401, 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agropecuário 2017.** Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <https://censoagro2017.ibge.gov.br/>. Acesso em: 5 abr. 2025.

IPCC_AR6_WGI_SummaryVolume.pdf.. , [s. d.]. Disponível em: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SummaryVolume.pdf. Acesso em: 5 jun. 2025.

Liu, X., Zhang, S., & Bae, J. (2017). **The nexus of renewable energy-agriculture environment in BRICS.** Applied Energy, 204, 489–496.

Myhre, G., et al. (2014). **Anthropogenic and natural radiative forcing.** In **Climate change 2013 - The physical science basis** (pp. 659–740). Cambridge University Press.

OLIVEIRA, I. R. (2018). Agricultura De Baixo Carbono: Tecnologias E Estratégias De Implantação. Brasília, Df: Embrapa. P. 61-104.

Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC). (2022). Sexto Relatório de Avaliação do IPCC. Grupo de Trabalho I: Mudanças Climáticas - A Base Científica. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/>. Acesso em: 30 ago. 2025.

PAIVA, Elizama Cavalcante de et al. Forecast Of Rainfed Agricultural Production In The State Of Pernambuco, Brazil. **IOSR Journal Of Humanities And Social Science (IOSR-JHSS)**, v. 29, n. 11, p. 38-48, nov. 2024.



EDITORIA IN VIVO



Instagram



Juntos Somos +