

REN Revista Econômica do Nordeste

3

Volume 56 | Nº 03 | Julho-Setembro de 2025

ISSN impressa 0100-4956

ISSN eletrônica (on line) 2357-9226



Banco do
Nordeste

REN Revista
Econômica
do Nordeste

REN Revista Econômica do Nordeste

BANCO DO NORDESTE DO BRASIL

Presidente:

Paulo Henrique Saraiva Câmara

Diretores:

Ana Teresa Barbosa de Carvalho | Luiz Abel Amorim de Andrade | Wanger Antônio de Alencar Rocha | José Aldemir Freire | Leonardo Victor Dantas da Cruz | Antônio Jorge Pontes Guimarães Júnior

ESCRITÓRIO TÉCNICO DE ESTUDOS ECONÔMICOS DO NORDESTE – ETENE

Revista Econômica do Nordeste – REN

Editor-Chefe:

Dr. Rogério Sobreira Bezerra

Editores Científicos:

Prof. Joacir Rufino de Aquino, Universidade do Estado do Rio Grande do Norte
Dr. Alcido Elenor Wander, Embrapa Arroz e Feijão
Prof. Alexandre Florindo Alves, Universidade Estadual de Maringá
Dra Ana Flávia Machado, Universidade Federal de Minas Gerais
Dr Cícero Péricles de Oliveira Carvalho, Universidade Federal de Alagoas
Profa. Francesca Bettio, Università di Siena
Dr Gil Célio de Castro Cardoso, Universidade de Brasília

Editor Executivo:

Luciano Feijão Ximenes

Jornalista Responsável:

Deyse Lene Santos de Moura

Comitê Editorial:

Dr. Airton Saboya Valente Junior, Banco do Nordeste do Brasil S/A, Brasil
Dr. Fernando Luiz Emerenciano Viana, Banco do Nordeste do Brasil S/A, Brasil
Dr. Francisco Diniz Bezerra, Banco do Nordeste do Brasil S/A, Brasil
Dr. Leonardo Dias Lima, Banco do Nordeste do Brasil S/A, Brasil
Dr. Luciano Feijão Ximenes, Banco do Nordeste do Brasil S/A, Brasil
Dr. Luiz Fernando Gonçalves Viana, Banco do Nordeste do Brasil, Brasil
Dr. Rogério Sobreira Bezerra, Banco do Nordeste do Brasil S/A, Brasil

Revisão Vernacular:

Fernanda Karine Cordeiro Lima

Projeto Gráfico:

Gustavo Bezerra Carvalho

Conselho Editorial

Prof. Alexandre Alves Porsse
Universidade Federal do Paraná - UFPR, Brasil
Profa. Ana Paula Macedo de Avellar
Universidade Federal de Uberlândia - UFU, Brasil
Prof. Augusto Mussi Alvim
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - PUCRS, Brasil
Prof. Carlos Roberto Azzoni
Universidade de São Paulo - FEA/USP, Brasil
Profa. Carmem Aparecida do Valle Costa Feijó
Universidade Federal Fluminense - UFF, Brasil
Profa. Cassia Kely Favoretto Costa
Universidade Estadual de Maringá - UEM, Brasil
Dr. Guilherme Mendes Resende
Conselho Administrativo de Defesa Econômica - CADE, Brasil
Prof. Leonardo Bornacki de Mattos
Universidade Federal de Viçosa - UFV, Brasil
Prof. Livio Andrade Wanderley
Universidade Federal da Bahia - UFBA, Brasil
Prof. Jaylson Jair da Silveira
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Brasil
Prof. Joaquim Bento de Sousa Ferreira Filho
Universidade de São Paulo - Esalq/USP, Brasil
Prof. José Angelo Costa do Amor Divino
Universidade Católica de Brasília - UCB, Brasil
Prof. Luciano Dias Losekann
Universidade Federal Fluminense - UFF, Brasil
Prof. Ricardo Antonio de Castro Pereira
Universidade Federal do Ceará - UFC, Brasil
Prof. Ricardo Dathein
Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Brasil
Profa. Tatiane Almeida de Menezes
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, Brasil
Prof. Tomaz Ponce Dentinho
Universidade dos Açores/GDRS-APDR, Portugal

Responsabilidade e reprodução:

Os artigos publicados na Revista Econômica do Nordeste – REN são de inteira responsabilidade de seus autores. Os conceitos neles emitidos não representam, necessariamente, pontos de vista do Banco do Nordeste do Brasil S.A. Permite-se a reprodução parcial ou total dos artigos da REN, desde que seja mencionada a fonte.

Endereço para correspondência

ETENE, Av. Silas Munguba, 5.700, bloco A2 térreo, Passaré,
CEP: 60.743-902, Fortaleza, Ceará, Brasil. Fone: (85) 3251.5544,
3299.5544, 3299.3034. ren@bnb.gov.br

Depósito legal na Biblioteca Nacional conforme a Lei Nº 10.994
de 14 de dezembro de 2004

Revista Econômica do Nordeste, v. 56, n. 3, jul./set., 2025 – Fortaleza: Banco do
Nordeste do Brasil, 2022.

v. 56: il.; 28 cm.

Trimestral

Primeiro título a partir de julho de 1969, sendo que, de julho de 1969 a janeiro de
1973, o título do periódico era Revista Econômica.

Sumários em português e inglês.

ISSN 0100-4956 (impressa)

ISSN 2357-9226 (eletrônica)

1. Economia – Desenvolvimento Regional – Brasil. I. Banco do Nordeste do Brasil,
Fortaleza, CE.

CDD 330

SUMÁRIO

ARTIGOS CIENTÍFICOS

TRAJETÓRIA DOS INVESTIMENTOS EM FORMAÇÃO BRUTA DE CAPITAL FIXO NO NORDESTE: UMA ANÁLISE HISTÓRICO-QUANTITATIVA ENTRE 1850 E 2018

Trajectory of investments in Gross Fixed Capital Formation in the Northeast: a historical-quantitative analysis between 1850 and 2018 08

EFEITOS DOS APORTES DO PROGRAMA GARANTIA SAFRA NA COMPOSIÇÃO DO PRODUTO INTERNO BRUTO DOS MUNICÍPIOS NORDESTINOS EM 2019

Effects of the contributions of the Crop Guarantee Program on the composition of the gross domestic product of Brazilian Northeastern municipalities in 2019 24

DESIGUALDADE DE OPORTUNIDADE NO ACESSO AO ENSINO SUPERIOR NOS MEIOS URBANO E RURAL DAS REGIÕES BRASILEIRAS

Inequality of opportunity in access to higher education in urban and rural environments of Brazilian regions 42

PERDAS E DESPERDÍCIO DE ALIMENTOS NO CONTEXTO DA ECONOMIA CIRCULAR: O CASO DA CEASA DE CURITIBA

Food losses and waste in the context of the Circular Economy: the case of Ceasa in Curitiba 62

EVOLUÇÃO DA QUALIDADE DA EDUCAÇÃO BÁSICA NO BRASIL E EM SUAS UNIDADES FEDERATIVAS

Evolution of the quality of basic education in Brazil and its federative units 81

INDICADORES DE CAPITAL SOCIAL PARA O DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL EM UNIDADES DE AGRICULTURA FAMILIAR NA COSTA OESTE PARANAENSE

Social capital indicators for sustainable rural development in family agriculture units on the west coast of Paraná 99

UM ESTUDO SOBRE AS POTENCIALIDADES SETORIAIS NO SEMIÁRIDO BAIANO ENTRE 2010 E 2020

A study on the sectorial potentialities in Bahia's semiarid region between 2010 and 2020..... 119

VULNERABILITY TO DROUGHTS AND DETERMINANTS OF DIVERSIFICATION OF TEMPORARY CROPS IN NORTHEAST BRAZIL: A QUANTILE REGRESSION ANALYSIS

Vulnerabilidade a secas e determinantes da diversificação de culturas temporárias no Nordeste do Brasil: uma análise de regressão quantílica 143

EFEITOS DO CRÉDITO RURAL SOBRE A POBREZA MULTIDIMENSIONAL NO BRASIL RURAL

Effects of rural credit on multidimensional poverty in rural Brazil 164

EFETIVIDADE DO CROSS HEDGING NO MERCADO FUTURO DO CAFÉ ARÁBICA: MITIGAÇÃO DO RISCO EM UMA AGROINDÚSTRIA CAFEIEIRA

Effectiveness of cross hedging in the arabica coffee future market for mitigating the risk of a coffee agroindustry 186

EDITORIAL

Nessa edição, julho/setembro, destaca-se que os dados do IPCA trouxeram sinais positivos, pois mesmo com a alta de 0,07% de junho (0,26%) para julho (0,33%), a pressão altista ocorreu sobre componentes mais voláteis da economia, como a energia elétrica (3,01%) e as passagens aéreas (19,86%), que compõem 70% da inflação no mês. Analistas sugerem, portanto, alguma desinflação da economia ao longo do 2º semestre de 2025.

Da mesma forma, a previsão de redução do déficit primário, de R\$ 97,0 para R\$ 74,9 bilhões, oportunamente ao ingresso de novas fontes de receitas, como o IOF e ajustes no IR, devem permitir o cumprimento da meta fiscal. Por outro lado, o ritmo de expansão do crédito deve recuar de 11,8% para 10,9%. Analistas da Febraban ponderam que as operações com recursos direcionados seguem robustas, sustentadas pelos programas públicos, enquanto o crédito às famílias demonstra resiliência, impulsionado pelo mercado de trabalho aquecido. Complementam que, embora se espere a desaceleração mais ampla do crédito, a magnitude desse recuo ainda é incerta.

Investimentos em melhoria da eficiência econômica das empresas de setores mais sensíveis, no atual contexto econômico e geopolítico, nesse momento, voltados para a economia circular, por exemplo, podem ser mais interessantes que o aumento da produção. Assim, artigos científicos nessa temática serão bem-vindos nas próximas edições da Revista Econômica do Nordeste (REN).

Essa edição, traz o artigo “Perdas e desperdício de alimentos no contexto da economia circular: o caso da Ceasa de Curitiba”, da equipe do Departamento de Economia da Universidade Estadual de Maringá. Tema alinhado aos objetivos para o desenvolvimento sustentável (ODS) que contribuem para alcance da Agenda 2030 da ONU no Brasil.

Boa leitura!

In this July/September issue, there's some good news from the IPCA data. Even though inflation ticked up from 0.26% in June to 0.33% in July, the pressure came mostly from more volatile parts of the economy like electricity (up 3.01%), and airline tickets (up 19.86%), which together made up 70% of the month's inflation. Analysts, therefore, suggest a potential disinflationary trend in the Brazilian economy during the second half of 2025.

Similarly, the projected reduction in the primary deficit, from R\$ 97.0 billion to R\$ 74.9 billion, supported by the introduction of new revenue sources such as the IOF and adjustments to income tax, is expected to facilitate the achievement of the fiscal target. On the other hand, the pace of credit expansion is anticipated to decline from 11.8% to 10.9%. Analysts from Febraban note that operations involving earmarked funds remain robust, sustained by public programs, while household credit continues to show resilience, driven by a strong labor market. They add that although a broader credit slowdown is expected, the extent of this deceleration remains uncertain.

In the current economic and geopolitical context, investments aimed at improving the economic efficiency of companies, particularly in more sensitive sectors, may be more advantageous than simply increasing production. For instance, initiatives focused on the circular economy could prove especially relevant. As such, scientific articles addressing this theme are welcome in upcoming issues of the Revista Econômica do Nordeste (REN).

This edition features the article “Food Loss and Waste in the Context of the Circular Economy: The Case of Ceasa in Curitiba,” authored by the Economics Department of the State University of Maringá. The topic aligns with the Sustainable Development Goals (SDGs) and contributes to Brazil's progress toward the United Nations 2030 Agenda.

Enjoy your reading!

TRAJETÓRIA DOS INVESTIMENTOS EM FORMAÇÃO BRUTA DE CAPITAL FIXO NO NORDESTE: UMA ANÁLISE HISTÓRICO-QUANTITATIVA ENTRE 1850 E 2018

Trajectory of investments in Gross Fixed Capital Formation in the Northeast: a historical-quantitative analysis between 1850 and 2018

Kássio Alves Siqueira

Economista. Especialista em Economia e Desenvolvimento Regional. Analista de Dados. DATAGRO Consultoria.

Rua Sergipe nº 154, Lot. Ana de Albuquerque, Igarassu-PE, 53630-245. kassioalves94@gmail.com

Henrique Pavan Beiro de Souza

Economista. Doutor em Ciências Humanas e Sociais. Professor. Instituto Federal do Paraná - Campus Ivaiporã.

Rua Max Arthur Greipel, nº 505 - Parque Industrial, Ivaiporã - PR, 86870-000. hpbsouza@gmail.com

Keynis Cândido de Souto

Economista. Doutora em Economia. Professora. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Rua

Dom Manuel de Medeiros, s/n - Dois Irmãos, Recife - PE, 52171-900. keynis.souto@ufrpe.br

Resumo: O presente trabalho busca analisar, por meio de uma análise histórico-quantitativa, a trajetória da taxa de investimento na Região Nordeste entre os anos de 1850 e 2018, dividindo esse período em 3 intervalos distintos: Pré-SUDENE, Era SUDENE e Pós-Plano Real. Nesse sentido, foi dissertado sobre os principais agentes por trás dos investimentos iniciais em Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF) no local, além da necessidade de intervenção estatal para manutenção de serviços primordiais à época e sua importância para o desenvolvimento econômico do Nordeste, já por meio da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE). Para tal, foram descritos os planos diretores e de desenvolvimento elaborados pela autarquia, além das diretrizes do Plano Nacional de Desenvolvimento Regional (PNDR) após sua restauração. Adicionalmente, foram analisadas as ações empregadas no Nordeste brasileiro à luz da teoria econômica, sobretudo no que se refere às teorias das vantagens comparativas, dos distritos industriais marshallianos e incentivos fiscais. Por fim, evidenciou-se a importância da cultura da cana-de-açúcar como indutora inicial da FBCF no Nordeste e sua capacidade de transbordamento para outros setores, assim como a necessidade da presença do setor público, para a manutenção de algumas estruturas produtivas e para a mudança da estrutura econômica regional.

Palavras-chave: Desenvolvimento Regional, Política de Desenvolvimento, Vantagem Comparativa, Distritos Industriais, Incentivos Fiscais.

Abstract: This paper aims to analyze, through a historical-quantitative approach, the trajectory of the investment rate in the Northeast Region of Brazil between 1850 and 2018, dividing this period into three distinct phases: Pre-SUDENE, SUDENE Era, and Post-Real Plan. In this context, it discusses the main agents behind the initial investments in Gross Fixed Capital Formation (GFCF) in the region, the need for state intervention to maintain essential services at the time, and its importance for the Northeast's economic development—especially through the Superintendency for the Development of the Northeast (SUDENE). To this end, the development and master plans created by the agency were presented, along with the guidelines of the National Regional Development Plan (PNDR) after its restoration. Additionally, the actions implemented in the Northeast were analyzed through the lens of economic theory, particularly regarding comparative advantage, Marshallian industrial districts, and fiscal incentives. Finally, the study highlights the importance of sugarcane cultivation as an initial driver of GFCF in the Northeast and its spillover effects on other sectors, as well as the necessity of public sector presence for the maintenance of certain productive structures and for transforming the region's economic structure.

Keywords: Regional Development, Development Policy, Comparative Advantage, Industrial Districts, Tax Incentives.



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

1 INTRODUÇÃO

Nas economias modernas, a mensuração da atividade econômica tornou-se essencial, especialmente após a Teoria Geral de Keynes (1936), que impulsionou o desenvolvimento da Contabilidade Social (CS). A CS é um sistema contábil que avalia a economia em seus múltiplos aspectos por três óticas: produção, despesa e renda. Ela permite medir o desempenho econômico por meio de agregados macroeconômicos.

Entre os principais agregados, destaca-se o Investimento, representado pela Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF), indicador da capacidade produtiva da economia, calculado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)¹. A FBCF mostra a ampliação do capital fixo — como máquinas e edificações — e, segundo o IBGE (2015), refere-se à aquisição de bens usados repetidamente em processos produtivos por mais de um ano. Incluem-se também ativos intangíveis, como patentes e Pesquisa e Desenvolvimento (P&D).

O conhecimento da FBCF é crucial para orientar políticas públicas, pois influencia renda, Produto Interno Bruto (PIB)² e emprego no curto prazo, e promove crescimento sustentável no longo prazo, por meio da taxa de investimento — relação entre FBCF e PIB. Segundo Cruz e Neto (2008), o crescimento progressivo da economia depende de uma FBCF crescente, com investimentos que superem a depreciação do capital já existente.

A longo prazo, o aumento da taxa de investimento amplia a capacidade produtiva, sustentando o crescimento. Solow (1957) destacou o papel do progresso tecnológico atrelado ao crescimento do capital per capita, enquanto Lucas (1988) e Romer (1990) enfatizaram os investimentos em capital humano e P&D nesse processo.

No século XX, a criação da SUDENE promoveu planos diretores e programas de desenvolvimento para reduzir desigualdades entre o Nordeste e o Sul-Sudeste, com investimentos em infraestrutura e parques industriais. Até 2001, a autarquia produziu dados como PIB, FBCF, Consumo do Governo e Comércio Exterior dos estados nordestinos. Recentemente, estudos como os de Banco do Nordeste (2007), Sanches e Rocha (2010) e Siqueira (2021) analisaram a dinâmica da taxa de investimento regional no século XXI.

Diante disso, este trabalho busca responder seguinte problema de pesquisa: qual a trajetória histórica-econômica da taxa de investimento do Nordeste entre 1850 e 2018?

A principal justificativa para realização desta pesquisa é revisar a literatura e apresentar dados econômicos que expliquem a dinâmica macroeconômica da região sob a ótica da taxa de investimento, entre 1850 e 2018, evidenciando fatores históricos e institucionais que impulsionaram ou limitaram seu desenvolvimento.

O objetivo geral é realizar uma análise histórica e quantitativa dos investimentos na região de 1850 a 2018. Para isso, são propostos os seguintes objetivos específicos: descrever os principais condutores dos investimentos no Nordeste antes da criação da SUDENE; analisar os programas de desenvolvimento regionais e seus efeitos sobre a taxa de investimento no período pré-Plano Real, e discutir os impactos das ações federais e programas regionais no período pós-Plano Real.

Além desta introdução, o trabalho está estruturado em cinco partes: o segundo capítulo trata do contexto pré-SUDENE (1850–1959); o terceiro aborda os anos seguintes à criação da autarquia e seus planos diretores; o quarto analisa a trajetória da FBCF no pós-Plano Real; o quinto discute as ações dos agentes econômicos à luz da teoria; e o sexto apresenta as conclusões.

1 Órgão responsável pelos cálculos do Sistema de Contas Nacionais do Brasil (SCN).

2 O Produto Interno Bruto (PIB) mede o total da produção líquida de bens e serviços finais de uma economia em dado período (em sua contabilidade está a soma dos bens e serviços finais que são produzidos). A produção líquida é classificada como a produção total da economia excluindo-se os bens e serviços utilizados como insumos para a produção de outros produtos. Com isso, busca-se evitar a dupla contagem (Feijó, 2013).

2 PERÍODO PRÉ-SUDENE: A NECESSIDADE DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, ESCOAMENTO DA PRODUÇÃO EFICIENTE E COMBATE À SECA COMO INDUTOR DO INVESTIMENTO (1850-1959)

A dinâmica macroeconômica na região Nordeste teve como principal carro-chefe o setor agropecuário, sobretudo a cultura da cana-de-açúcar³, desde o início de sua colonização, no século XVI. Mesmo com o declínio da economia canavieira, no século XVII, o segmento continuou exercendo grande influência nos estados produtores, apesar dos gargalos logísticos, financeiros, problemas climáticos e de produtividade. Esse último causado, segundo Gareis (2003), por um longo período sem investimentos em inovações tecnológicas e perda de competitividade com os principais concorrentes mundiais. Vale salientar que os problemas citados anteriormente estavam muitas vezes interligados.

Segundo Furtado (2007) e Prado Júnior (2011), a estagnação técnico-produtiva da agricultura brasileira perdurou por vários séculos, especialmente em razão do tripé em que se desenvolveu: monocultura, latifúndio e escravidão. Com isso, após pouco mais de 400 anos sem grandes inovações em seus processos produtivos, os primeiros registros históricos de investimentos em FBCF como conhecemos hoje remetem à segunda metade do século XIX, quando mudanças tecnológicas na economia canavieira foram inseridas nas unidades produtivas da região. De acordo com Gareis (2003), a importação de novas espécies de cana mais resistentes à enfermidade conhecida como “podridão”, em 1879, e de arados de origem francesa, alemã e norte-americana, a partir de 1880, foram alguns dos investimentos empregados no plantio no período. Em relação à modernização dos engenhos, apesar das altas taxas de juros e das condições desfavoráveis para obtenção de crédito, além “[...] de um espírito pouco empreendedor por parte da maioria dos senhores de engenho [...]”, pontuais atualizações tecnológicas nas plantas foram realizadas a partir de 1870 (Gareis, 2003, p.30-33). Entretanto, uma mudança mais ampla e significativa da estrutura produtiva canavieira foi a implementação das primeiras usinas, com início em 1890.

Com o advento da República, alguns facilitadores foram criados pelos governos estaduais nordestinos no que diz respeito ao financiamento. Segundo Rodrigues e Ross (2020), o estado de Pernambuco aprovou uma lei em 1890, oferecendo empréstimos a taxas de juros mais baixas para aqueles que construíssem usinas com capacidade de produzir 900 toneladas de açúcar por safra. Os estados, em alguns casos, serviam também como garantidores de operações com empréstimos obtidos no exterior para que os antigos engenhos fossem convertidos em usinas. Tais incentivos eram importantes, visto que, segundo Abreu *et al.* (2014), crises de liquidez eram comuns no início do século XX, dado que a maior parte dos recursos eram direcionados para as safras de café na região Sudeste do País, limitando, assim, a disponibilidade de empréstimos no mercado interno.

As secas não apenas causavam problemas no interior da região, mas também prejudicava engenhos, levando as fazendas a sofrerem com a falta d’água. Para Barreto (2009), a estrutura dos engenhos foi incapaz de acompanhar o crescimento da população, acarretando a disseminação acelerada da fome nos períodos de estiagem. A mais famosa delas, a Grande Seca, de 1877-79, deixou clara a necessidade de ações para amenizar os efeitos do fenômeno climático, que resultou na construção do Açude do Cedro entre 1890 e 1906, uma das primeiras obras públicas de infraestrutura de grande porte edificadas na região. Para o autor, a partir daquele momento, mesmo que de forma ainda embrionária e pouco efetiva, uma maior preocupação do governo central resultou na criação de órgãos que tinham por objetivo combater a seca, como a Inspetoria de Obras Contra as Secas (IOCS)⁴ em 1909.

3 Pontos de industrialização foram criados fora da órbita da cana-de-açúcar na região, como a indústria têxtil com Hermam Lundgren (1835-1907) - que chegou a ter o maior complexo do setor na América do Sul - e Delmiro Gouveia (1863-1917), esse último responsável também pela construção da primeira usina hidrelétrica do Nordeste, em 1913.

4 Em 1919, recebeu ainda o nome de Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas (IFOCS), até que, em 1945, passa a chamar-se Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS).

O escoamento da produção, seja para o litoral ou para o Centro-Sul do País, assim como a facilidade de movimentação de recursos no socorro às localidades mais atingidas pelas secas, foram motivos comuns para a implantação das primeiras malhas ferroviárias no Nordeste. Segundo Gareis (2003), o processo de colonização da região originou um sistema de comunicação terrestre e fluvial que proporcionou um fluxo significativo de transporte do sertão ao litoral, que era complementado pelos diversos portos da costa onde se fazia a ligação do Nordeste com os mercados estrangeiros sem, entretanto, sofrerem inovações técnicas relevantes até o início do século XIX.

Conforme De Siqueira (2002, p.172), “[...] na primeira fase do processo de implantação no Nordeste, entre 1855 e 1872, as estradas de ferro pertenciam a empresas de origem britânica e tinham por objetivo atender às áreas produtoras de bens exportáveis”. Foi nesse contexto que, em 1858, abriu-se ao tráfego a primeira estrada de ferro da região, a *Recife to São Francisco Railway*, ligando Recife ao Cabo de Santo Agostinho (PE), realizando a comunicação entre uma área produtora de açúcar com o principal porto de escoamento da produção para os mercados consumidores do país e do exterior. Entretanto, “após poucos anos de funcionamento [...] a empresa acabou sendo encampada pelo estado através da criação da Estrada Ferro Sul de Pernambuco” por falta de viabilidade econômica (Ruthes; Salomão, 2016, p.173). Ao final da segunda metade do século XIX, eram doze companhias ferroviárias responsáveis pela maior parte das movimentações de mercadoria⁵, passageiros, água e alimentos. Dessas companhias, oito eram privadas – sendo sete de capital estrangeiro (Reino Unido) e uma de capital privado local (Ceará) – e quatro pertencentes aos governos estaduais de Pernambuco, Ceará e Bahia. Essas últimas tinham como principal meta atender a populações do sertão nos períodos de longas estiagens.

Apesar das necessidades estruturais das ferrovias para o Nordeste, muitas delas eram deficitárias, o que causou sua transferência administrativa para a iniciativa pública, visando à manutenção e funcionamento. Em virtude do *funding loan*⁶ de 1898, a partir de 1901, surgiram grandes companhias ferroviárias estrangeiras no país, entre elas a *Great Western of Brazil Company*. A companhia inglesa já operava em Pernambuco desde 1885 e aumentou sua malha, adquirindo a concessão de sete ferrovias no Nordeste brasileiro em 1901. “Após enfrentar graves problemas financeiros, a companhia foi novamente transferida para o controle estatal no ano de 1920” (Ruthes; Salomão, 2016, p.176). Essa tendência à manutenção de serviços, visto como essenciais para o Nordeste pela via pública, intensificou-se após a crise internacional que veio a reboque do *crash* da Bolsa de Valores de Nova York, em 1929.

Foi na Era Vargas (1930-1945), segundo Abreu *et al.* (2014), que uma maior participação do setor público na dinâmica econômica nacional foi observada, como resposta aos desdobramentos da recessão mundial vivida pelo mundo na década de 1930. Tal mudança de paradigma teve seus desdobramentos no Nordeste, sentidos com a criação de órgãos de socorro a setores produtivos importantes para região, além de investimento em infraestrutura. Assim sendo, em 1933, foi criado Instituto do Açúcar e Alcool (IAA), com o objetivo de auxiliar o setor sucroalcooleiro que, apesar das dificuldades, ainda era um dos principais segmentos econômicos da região. “Já em 1939, a descoberta de petróleo em solo brasileiro, na região de Lobato, na Bahia, impulsionou em novo patamar, o desenvolvimento do setor petrolífero” brasileiro (Peyerl, 2017, p.80). Por fim, a criação da Companhia Hidroelétrica do São Francisco (CHESF), em 1945, foi mais um indicativo da ação do setor público como indutor de investimentos no Nordeste.

Tendo por objetivo superar os desafios econômicos da região, foi criado, em 1957, no governo Juscelino Kubitschek, o Grupo de Trabalho para Desenvolvimento do Nordeste (GTDN), chefiado pelo economista Celso Furtado. Dois anos depois, foi formado o Conselho de Desenvolvimento

5 Principais mercadorias transportadas: cereais, cana-de-açúcar, açúcar, algodão, tecidos, madeira, animais e sal.

6 Acordo entre o governo brasileiro e a Casa Rotchild, firmado na gestão Campos Sales (1898-1902), para rolar compromissos externos do Governo Federal em troca de severas medidas de saneamento fiscal e monetário. Segundo Abreu *et al.* (2014), umas das garantias dos juros negociados às ferrovias seriam títulos de renda fixa no valor de 16,6 milhões de libras. Entretanto, era do interesse da gestão federal arrendá-las para a iniciativa privada.

do Nordeste (CODENO), o qual meses depois ao incorporar a GTDN, deu origem a SUDENE, sediada em Recife. “A proposta era ter um grande órgão de estudos, informação, planejamento, coordenação e controle na região, com o objetivo de gerar as bases do desenvolvimento da maior e mais populosa região subdesenvolvida do hemisfério ocidental” (Maciel, 2014). Para o autor, a ideia era que, ao produzir essas informações, fossem gerados planos estratégicos, com o objetivo de atrair recursos para investimentos e incentivos fiscais em empreendimentos.

3 A ERA SUDENE (1959-1995): A CRIAÇÃO, APOGEU E DECLÍNIO

Desde sua criação, em 1959, até a implementação do I e II Plano Nacional de Desenvolvimento (PND), na década de 1970, a SUDENE tinha como norteadores de suas ações os chamados Planos Diretores (PD's). Neles, a superintendência descrevia as áreas e objetivos a serem alcançados e as formas em que tais políticas públicas seriam implementadas para favorecer o crescimento econômico da região, sob a égide de um Estado organizador do espaço, subsidiando o capital e estimulando a iniciativa privada no projeto industrial do Nordeste.

3.1 Os primeiros passos: os Planos Diretores (1961-1971)

O I Plano Diretor (I PD), que norteou as ações da superintendência de 1961 a 1962, tinha como principais objetivos: a reestruturação da economia rural para atenuar efeitos das secas e colonizar terras subutilizadas; a implementação de uma indústria de base com característica germinativa e modernização dos segmentos industriais tradicionalmente consolidados na região, além da criação e desenvolvimento de investimentos na área de transportes, energia e saneamento. Dos CR\$ 5,853 milhões previstos para a execução das obras e implementação dos projetos, 17,0% foram destinados para os setores de Agricultura e Abastecimento, 12,1% para Saneamento Básico e 61,5% para empreendimentos em Infraestrutura, sendo 25,6% para a área de Transportes, e outros 35,9% para o segmento de Energia. Segundo Carvalho (2014), as iniciativas do plano não tiveram, e nem poderiam ter, efeito imediato, uma vez que a maioria das execuções ocorreu em 1962 e adentraram o período do plano diretor seguinte.

Tendo diretrizes traçadas para o triênio 1963-1965, o II Plano Diretor (II PD) deu continuidade a uma grande parte das ações estabelecidas no plano anterior. Com isso, o povoamento das áreas úmidas ainda não habitadas do Nordeste continuou sendo um elemento norteador para a SUDENE, assim como a transformação econômica do semiárido para um melhor enfrentamento dos períodos de estiagem. A modernização da infraestrutura, sobretudo de serviços de transportes e energia elétrica, e a adaptação de tecnologias que otimizassem a utilização de recursos hídricos, continuaram como prioridade. Em paralelo a isso, um primeiro passo ao desenvolvimento de capital humano foi dado pela superintendência quando demonstrou a intenção, no novo plano diretor, de direcionar “[...] o excedente de mão de obra existente nas zonas urbanas para empregos na indústria e serviços correlatos,[...]” com o objetivo de “[...] elevar a produtividade média e criar uma classe empresarial apta a liderar o desenvolvimento” (Carvalho, 2014, p. 210-211). Um dos grandes méritos do II PD foi, para Carvalho (2014), a definitiva institucionalização do sistema de incentivos fiscais, que repercute até os dias atuais como um dos principais instrumentos para a promoção do desenvolvimento regional no Brasil. A taxa de investimento da região foi de 20,0% em 1965.

Com maior foco na formação do capital humano da região e na renovação estrutural das instituições encarregadas da execução dos programas nele contemplados, o III Plano Diretor (III PD) foi desenvolvido pela SUDENE para nortear uma agenda programática para o Nordeste entre 1966 e 1968. Segundo Carvalho (2014), a produtividade ganhou um enfoque maior no triênio, ao colocar no centro das ações do plano diretor a integração espacial e setorial da economia nordestina com o resto do país, além da diminuição da desigualdade em relação ao Centro-Sul, com metas de elevação da renda *per capita* e do PIB do Nordeste. Isso pôde ser observado na composição dos ca-

pitais previstos para a área de aplicação de Recursos Humanos no plano diretor em questão: 13,4% dos CR\$ 741,525 milhões orçamentados eram destinados à aprimoramento de capital humano, 7,9 p.p. a mais quando comparado ao II PD. A ênfase em ganhos de produtividade também pode ser observada na meta estabelecida pelo plano de elevar a taxa de crescimento da produção primária, no sentido de aumentar a oferta *per capita* de alimentos e de matéria-prima. Nos três anos do III PD, a taxa de investimento média foi de 22,0%, com tendência de crescimento ao longo do período.

Por fim, o IV Plano Diretor (IV PD) sofreu com as mudanças institucionais que se seguiram a sua subordinação ao recém-criado Ministério do Interior, além de seu planejamento ser realizado tendo como base o Programa Estratégico de Desenvolvimento (PED)⁷, visto que – naquele momento – o governo federal começava a preparar o que viria a ser o I Plano Nacional de Desenvolvimento (I PND). Apesar dessas dificuldades, Carvalho (2014) advoga que o IV PD é visto como uma continuidade dos demais planos, tendo ele dois objetivos claros: a manutenção de um crescimento econômico capaz de dar continuidade à redução das disparidades entre as regiões Nordeste e Centro-Sul; e uma maior oferta de serviços de natureza social, sobretudo a populações marginalizadas pelos processos de produção.

3.2 O I e II Plano Nacional de Desenvolvimento no Nordeste (1972-1979) e o esvaziamento da política de desenvolvimento regional nos anos 80

Braço regional do I PND, o Plano de Desenvolvimento do Nordeste (PDN) foi elaborado para orientar as ações no Nordeste entre os anos de 1972 e 1974. A ideia do novo plano foi concentrar sobre si “[...] a programação do governo federal para a região, os programas dos governos dos diferentes estados da área e a quase totalidade dos principais programas e projetos a cargo da iniciativa privada” (Carvalho, 2014, p. 216). Nos objetivos do PDN, podiam ser observados pontos de continuidade dos antigos PD’s, sendo as estratégias pautadas nesse novo plano: o aumento no ritmo dos investimentos industriais, tendo por finalidade a criação de um centro autônomo de expansão manufatureira; reestruturação da economia agrícola; ampliação da oferta e utilização mais intensiva dos recursos naturais disponíveis; e dinamização das atividades relacionadas com o desenvolvimento de ciência e tecnologia. Segundo Carvalho (2014), uma das mudanças mais significativas desse plano foi a atenção concedida ao desenvolvimento de atividades vinculadas ao domínio da ciência e tecnologia, não somente no âmbito regional, pelo governo federal no I PND.

Essa intensificação no movimento de industrialização do Nordeste resultou em um natural direcionamento de recursos para o setor. Para tal, no PDN, o setor de Indústria, Comércio e Turismo recebeu o equivalente a 40,1% dos recursos previstos pelo plano, algo em torno de CR\$ 10,601 bilhões. Entre 1972 e 1974, a taxa de investimento média foi de 25,1%, com pico de 26,2% em 1974.

Com o intuito de enfrentar os problemas advindos do 1º choque do petróleo (1973) e da crise econômica mundial que se sucedeu, o governo federal lançou o II Plano Nacional de Desenvolvimento (II PND), que direcionou as ações nacionais entre os anos de 1975 e 1979. Segundo Carvalho (2014), diferentemente do que ocorreu com as ações de desenvolvimento regional anteriores, a SUDENE não desenvolveu nenhuma diretriz específica, e sim uma parte dentro do plano nacional. Denominada Programa de Ação do Governo para o Nordeste, o documento trazia as preocupações anteriormente citadas pela superintendência como objetivos da política de desenvolvimento na região.

O grande diferencial desse plano foi que, “[...] ao estabelecer a redução da desigualdade de renda inter-regional como um dos focos primazes do programa, a SUDENE se esforçou em estabelecerlos em bases empíricas robustas e em função de perspectivas mais realistas[...]” sobre o tema

7 Segundo Abreu *et al.* (2014), o PED foi elaborado para o triênio 1968-1970 pelo Ministro do Planejamento Hélio Beltrão, e executado pelo Ministro da Fazenda Antônio Delfim Neto. Tal plano definia como estratégia de desenvolvimento econômico e social para o país os investimentos nas áreas consideradas estratégicas, a programação de instrumentos financeiros para a consecução das novas medidas e um conjunto de instrumentos de ação indireta sobre o setor privado.

(Carvalho, 2014, p. 220). Dessa forma, a autarquia federal instituiu como meta para a região uma participação no PIB nacional de 15,4%, que seria alcançada através de um crescimento do PIB nordestino entre 12% a 13% no período, de uma elevação da relação marginal produto-capital de 0,29 para um valor entre 0,35 e 0,40, além de um aumento do coeficiente de investimento, passando de 0,23 para algo entre 0,31 e 0,35. Segundo o autor supracitado, a vantagem dessa abordagem mais quantitativa era definir com alguma precisão o montante necessário de investimentos para que as metas fossem alcançadas, além de ajudar no acompanhamento dos resultados dos programas.

Em uma rara semelhança com os Planos Diretores, o Programa de Ação do Governo para o Nordeste (1975-1979) foi complementado com diretrizes setoriais e espaciais. Por intermédio da SUDENE, o governo federal considerou como diretrizes estratégicas do programa: intensificação do aproveitamento dos recursos potencialmente peculiares ao Nordeste e das vantagens comparativas propiciadas pelo comércio inter-regional; reorganização da economia agrícola local por meio de reforma agrária e colonização; maior investimento em capital humano visando atenuar desníveis intersetoriais de renda; proteção do meio ambiente; descentralização do processo de desenvolvimento; e complementação dos equipamentos funcionais urbanos em sub-regiões selecionadas. Para tanto, foram direcionados CR\$ 208,9 bilhões para o programa, sendo a maior parte direcionadas para o setor de Indústria, Comércio e Turismo (29,7%), Integração Social (21,6%) e Recursos Humanos (19,2%). Nesse período, a taxa de investimento média foi de 28,8%, chegando a 29,8% em 1979.

Segundo Abreu *et al.* (2014), a industrialização forçada protagonizada pelo II PND ocorreu a um preço alto: o endividamento externo do país explodiu, o que acabou resultando na moratória da dívida em setembro de 1982. Nesse cenário, e com uma abertura política em andamento, que seria consolidada em 1985, o governo federal passou a direcionar seus esforços em dois pontos: o combate à inflação e as adequações fiscais exigidas pelo Fundo Monetário Internacional (FMI), como condições para a concessão de socorro financeiro pedido em 1983. A partir de então, os planos de desenvolvimento, nacionais e regionais, deram lugar aos planos de estabilização. Na década, a taxa de investimento média para o período foi de 20,7%, 8,1 p.p abaixo da média registrada no II PND. Segue abaixo, tabela com os dados econômicos no período:

Tabela 1 – Variação média do PIB e da taxa de investimentos da região Nordeste, 1961 a 1994

Governos e Programas	Média Var. (%) do PIB	Média da Taxa de Investimentos (%)
I PD ^{1/}	-	6,0
II PD ^{2/}	-	20,0
III PD	4,2	22,0
IV PD	8,4	26,3
PDN	6,3	25,1
Ação para o NE	8,4	28,8
Anos 1980	4,3	20,7
Collor (1990-1992)	-1,7	17,9
Itamar (1992-1994)	4,0	15,6

Fonte: SUDENE (1999).

Notas: 1/ Dados da taxa de investimentos do I PD só se referem ao setor público.

2/ Dados da taxa de investimentos do II PD só se referem ao último ano do plano, tanto para o setor público como para o setor privado.

4 FIM DA SUDENE, A NOVA SUDENE E O PLANO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL (PNDR)

Com a abertura econômica brasileira, iniciada no Plano Collor, e o contínuo esvaziamento da SUDENE, “[...] os maiores estados nordestinos, como Bahia, Ceará e Pernambuco, iniciaram uma estratégia de concessão de incentivos, a conhecida “guerra fiscal” nos anos 1990, buscando atrair

novas indústrias para a região através de renúncias fiscais (Carvalho, 2018, p. 28). De acordo com o autor, tal política passou a ser adotada pelos demais estados logo em seguida. Depois de vários escândalos de desvios em projetos da autarquia federal, o Presidente Fernando Henrique Cardoso, por meio da medida provisória nº 2.146-1, decretou o fim da SUDENE, em maio de 2001, após 42 anos de funcionamento. Em seu lugar, foi criada a Agência de Desenvolvimento do Nordeste (ADENE).

Após seis anos, por meio da lei complementar nº 125/2007, a SUDENE foi reimplantada, e no início do Governo Lula, a política de desenvolvimento regional teve como principal norteador a elaboração do Plano Nacional de Desenvolvimento Regional (PNDR). Tendo na economista Tânia Bacelar sua principal porta-voz, a ideia era discorrer sobre a necessidade, a possibilidade e a pertinência de se formular e implementar uma política nacional de desenvolvimento regional no Brasil.

Nesse sentido, a nova proposta era de “[...] enfrentar a tendência geral de concentração do capital e contribuir para a redução das desigualdades regionais e ativação das potencialidades de desenvolvimento das regiões brasileiras” (Coelho, 2017, p. 73). Para tal, a nova estratégia buscava valorizar a diversidade regional do País, entendendo-a como um importante ativo para a promoção do desenvolvimento socioeconômico. Entretanto, de acordo com Coelho (2017), apesar de seu caráter regional e particular, tal planejamento deveria estar em linha com uma diretriz nacional de desenvolvimento para o país.

Apesar do planejamento inicial e do apoio do governo a pauta em questão, para Coelho (2017), o sucesso das políticas macroeconômicas (valorização real do salário-mínimo e expansão do crédito) e setoriais (Programa de Aceleração do Crescimento I e II – PAC I e II), levaram a administração central a creditar que tais medidas eram suficientes para a questão regional, deixando de lado os aprofundamentos norteadores da PNDR. Através do PAC, verificou-se execução das obras da transposição do Rio São Francisco, além do fomento produtivo da Petrobras em alguns outros empreendimentos na região. Somado a isso, segundo Silva (2020), a partir de programas como o “Minha Casa, Minha Vida” e o “Luz para Todos”, a população nordestina passou a ter mais acesso a domicílios próprios em uma maior proporção, além de garantir energia elétrica a quase todas as residências do Nordeste brasileiro. “Foram notórios também os avanços quanto à expansão do saneamento básico e a redução da taxa de desemprego [...]” (Silva, 2020, p. 127). Segundo dados estimados por Siqueira (2021), a taxa de investimento média na região no âmbito do PAC I (2007-2010) foi de 15,4%, saindo de 14,4%, em 2007, para 16,7%, em 2010. Já durante o PAC II, a taxa de investimento média foi de 16,8%, saindo de 16,3%, em 2011, para 17,2%, em 2014. Entretanto, para Coelho (2017), apesar das melhorias observadas no período, as desigualdades regionais brasileiras permaneceram agudas, em especial as relacionadas ao acesso a serviços públicos e às alternativas de inclusão produtiva.

Segundo Giambiagi (2021), já no início do Governo Dilma (2011-2015), o país dava sinais de fragilidades econômicas agudas, características de um fenômeno recentemente descrito pela literatura como armadilha da renda média⁸. Somado a isso, segundo o autor, intensificaram-se os estímulos ao consumo e à produção – esse último, por meio das desonerações de impostos – visando superar dificuldades provocadas por uma demanda externa ainda sob efeito da crise de 2008. Tais iniciativas falharam e, com tensões econômicas e políticas que levaram ao *impeachment* da então Presidente em 2016, o Brasil entra em um novo momento em que o combate à inflação e o saneamento das contas públicas voltam ao centro das ações do governo central, já sob a administração de Michel Temer (2016-2018). Dessa forma, várias obras que estavam previstas no PAC II foram paralisadas ou tiveram suas execuções canceladas, como a Refinaria *Premium*, no Maranhão. Se-

8 “A expressão refere-se a países que passam com sucesso pela “etapa fácil” do crescimento, quando se aproveitam de uma série de circunstâncias favoráveis para se desenvolverem. Nesse processo, os países transitam de níveis de renda *per capita* baixos – em termos internacionais – para níveis de renda médios, mas se defrontam depois com sérias limitações para conservar o *momentum*” (Giambiagi, 2021, p.239).

gundo dados estimados por Siqueira (2021), a taxa média de investimento do Nordeste brasileiro, no período de 2015 e 2018 foi de 13,5%, chegando a 12,2% no ano de 2018.

Tabela 2 – Variação média do PIB e da taxa de investimentos da região Nordeste, 1995 a 2018

Governos e Programas	Média Var. (%) do PIB	Média da Taxa de Investimentos (%)
FHC I (1995-1998)	2,8	19,7
FHC II (1999-2002)	-0,1	18,1
Lula (2003-2010)	4,3	15,2
Lula I (2003-2006)	4,2	15,0
PAC I (2007-2010)	4,4	15,4
Dilma (2011-2015)	1,9	16,4
PAC II (2011-2014)	3,2	16,8
Temer (2016-2018)	-0,4	13,0

Fonte: IBGE e Siqueira (2021).

Nota: O ano de 2016 foi considerado Governo Temer visto que esse já era Presidente, ainda que provisório, desde o dia 12 de maio de 2016, sendo oficializado no cargo em 31 de agosto daquele ano.

5 A TRAJETÓRIA DA FORMAÇÃO BRUTA DE CAPITAL FIXO NO NORDESTE A LUZ DA TEORIA ECONÔMICA E SEUS RESULTADOS

Ao analisarmos a linha do tempo em que se desenvolveu a construção da FBCF no Nordeste, é interessante notar como as ações, sejam elas governamentais ou dos entes privados, seguiram duas visões distintas: uma que buscava fortalecer as vantagens comparativas naturais da região e outra que se concentrava na tentativa de criar capacidades, com o foco na industrialização. Nesse contexto, as atividades desenvolvidas no local tiveram como base teorias econômicas que buscavam discorrer sobre as vantagens oriundas da especialização produtiva, da criação de distritos industriais e da utilização de incentivos fiscais para atrair investimentos, nos quais se destacam autores como David Ricardo, Alfred Marshall e Raul Prebisch.

A teoria das vantagens comparativas foi elaborada pelo economista inglês David Ricardo em sua obra “Princípios de Economia Política e Tributação” (1817), e busca explicar a importância do comércio entre dois países, ainda que um deles seja mais produtivo na fabricação de todos os bens. Nesse sentido, para o autor, o que realmente importa é a razão de produtividade de um determinado país após ele se especializar na produção de um bem, e não o custo absoluto da produção dele. Essa visão é corroborada por Krugman, Melitz e Obsfeld (2015), para os quais o comércio entre os dois países pode beneficiar ambos, se cada um exportar mercadorias nas quais possuem uma vantagem comparativa. Como resultado dessa especialização, “[...]o comércio internacional cresceria à medida que as nações exportassem seus excedentes e importassem os bens que não mais fabricam, a eficiência e a produtividade subiriam em linha com as economias de escala e a prosperidade seria aprimorada” (Goldsmith, 1993, p. 26, tradução nossa).

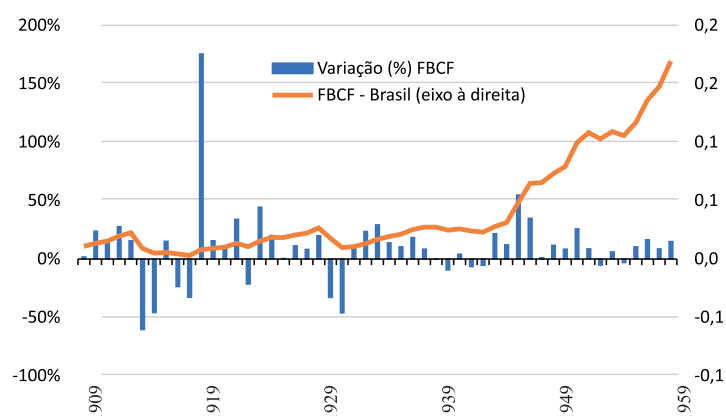
Nesse sentido, a especialização na produção de açúcar desenvolvida no Nordeste brasileiro, que foi formada com o intuito de suprir uma demanda externa pela *commodity*, foi durante muito tempo o diferencial competitivo da região. O *boom* do complexo canavieiro já no século XVI possibilitou e criou a necessidade do surgimento de outras atividades, como a pecuária, além da implantação de um aparato logístico que possibilitasse o escoamento da produção, inicialmente através de estradas, e já no século XIX, por meio de ferrovias, ligando os polos produtivos aos portos. Essa vantagem comparativa, mesmo com o declínio da atividade canavieira pós-desenvolvimento dessa cultura no Caribe e Sudeste Asiático, também levou ao incipiente processo de industrialização das plantas produtivas do setor no século XIX, assim como de atividades auxiliares, como o

complexo têxtil. Entretanto, vale salientar que todo esse desenvolvimento se deu, em sua grande parte, na faixa litorânea do território nordestino.

No período anterior à criação da SUDENE, em 1959, são raros os dados econômicos disponíveis em âmbito regional, tornando-se difícil uma análise mais profunda da taxa de investimentos da região no período entre 1850 até então. Visando se sobrepor a essa lacuna estatística, foram examinados alguns indicadores nacionais para o período, buscando indicativos de que fatores foram preponderantes para o seu desenvolvimento no país e, conseqüentemente, do Nordeste brasileiro.

Segundo Abreu *et al.* (2014), a política econômica da República Velha tinha extrema vulnerabilidade aos descontínuos fluxos de capitais das economias centrais para os países periféricos. Isso pode ser observado no gráfico abaixo, onde alguns momentos são marcados pela intensificação desses fluxos mundiais, e outros, por uma estagnação de tais movimentos internacionais de capitais. Nesse sentido, até 1929, o autor destaca dois momentos em que a FBCF no Brasil apresentou uma importante expansão: a era de ouro (1900-1913), quando foram realizadas o re-aparelhamento do sistema de transportes do país, e o crescimento econômico após o retorno do padrão ouro (1927-1929), no qual um grande aporte de investimentos anglo-americanos mais que compensaram a redução do saldo da conta corrente brasileira no período. Exemplos de investimentos realizados no Nordeste nesse período foram a reformulação do Porto de Recife, iniciada em 1908, e as expansões da malha ferroviária cearense pela *South American Railway*, entre os anos de 1909 e 1915.

Gráfico 1 – FBCF do Brasil, entre 1909 e 1959



Fonte: Elaboração Própria, com dados do IpeaData

"Série "Capital fixo – formação bruta"; Unidade: R\$ de 1980; Frequência: Anual; Período: 1908-1970.

Entretanto, após o *crash* de 1929, a entrada de capital externo no Brasil foi revertida, gerando uma grave crise no balanço de pagamentos do país. Segundo Gremaud *et al.* (2011), a saída desse cenário se deu através do deslocamento do centro dinâmico da economia brasileira, em que o elemento primordial passa a ser o mercado interno, com atenção especial para consumo e investimentos. Nesse sentido, uma maior intervenção do setor público passa a ocorrer, tanto para manutenção de serviços antes prestados pelos agentes privados, como na execução de grandes obras de infraestrutura. Na região Nordeste, esses movimentos foram observados na criação da CHESF (1945), na construção do complexo hidroelétrico de Paulo Afonso (1954) e na estatização de várias linhas férreas nordestinas sob a administração central da Rede Ferroviária Federal S/A (RFFSA), em 1957.

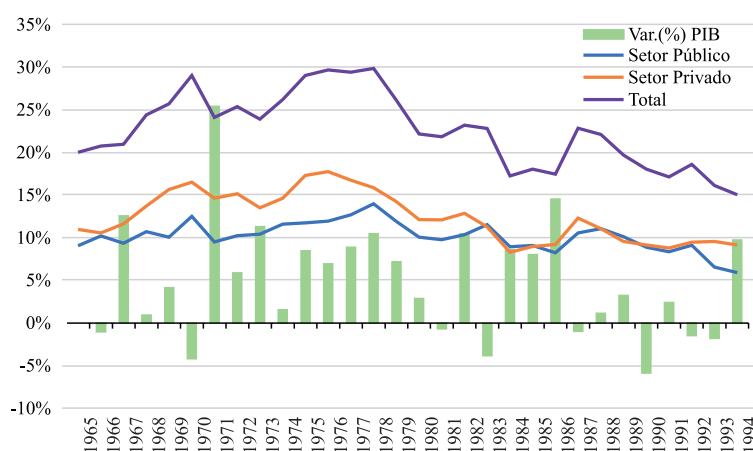
Com o advento da SUDENE, a ideia de industrialização voltada para novos segmentos econômicos na região, além da tentativa de interiorização desse processo, ganhou corpo sob a ótica dos distritos industriais locais e setoriais. Inspirados nas ideias elaboradas no livro "Princípios de Economia" (1890), do economista britânico Alfred Marshall, esses novos aglomerados industriais

teriam como principais benefícios o surgimento de atividades subsidiárias ao eixo Sul-Sudeste, bem como da disposição de um mercado constante de mão de obra especializada. Dessa forma, a presença de um conjunto de empresas produtivas, em determinado local, resultaria em economias externas geradas pela interdependência tecnológica existente entre as atividades que permitem a redução do custo de transporte de insumos, a troca de ideias entre empresários e a melhoria da infraestrutura. Nesse contexto, a SUDENE – através de seus PD's e Planos de Desenvolvimento – atraiu novos investimentos a partir de melhorias na infraestrutura do Nordeste, da capacitação da mão de obra local e incentivos fiscais visando atrair novos empreendimentos para a região.

Segundo Cavalcanti e Feitosa (2019), o I PD focou em melhoria de estradas, eletricidade, transportes, recursos hídricos e mineração além de trazer uma grande quantidade de investimentos para a região, tanto por parte do setor privado quando pelo setor público, enquanto o II PD reformulou o programa de incentivos fiscais elaborados pela autarquia federal, o chamado Sistema 34/18. Segundo os autores, a partir do regime militar (1964-1985), as prerrogativas de planejamento e decisões foram retiradas da autarquia, o que a transformou em um órgão de apoio financeiro e técnico para projetos nacionais, além de vinculá-la ao Ministério do Interior, o que fez com que os investimentos passassem a ser direcionados à Bahia, Ceará e Pernambuco, os estados mais desenvolvidos do Nordeste.

Já sob o direcionamento da SUDENE, o Nordeste viu uma forte expansão econômica nas décadas de 1960 e 1970. Segundo dados da autarquia federal, o PIB nordestino apresentou crescimento médio de 4,2% a.a entre os anos de 1960 e 1969, registrando seu maior avanço em 1967, quando a economia da região aumentou 12,7%. Por sua vez, entre 1970 e 1979, o produto interno da região alcançou seu maior crescimento médio de toda série histórica desenvolvida pela superintendência: 8,2% a.a, chegando a se expandir em 24,5% em 1971.

Gráfico 2 – Taxa de Investimentos da Região Nordeste e variação do PIB, entre 1965 e 1994



Fonte: Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste – SUDENE (1999).

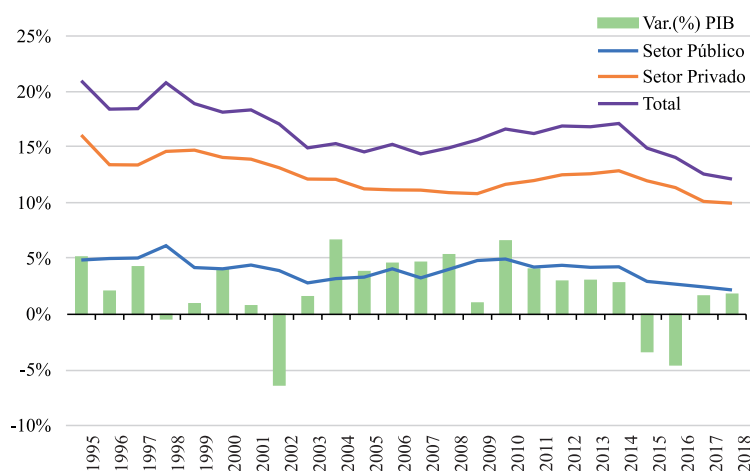
Seguindo o forte ritmo econômico da época, a taxa de investimento na região Nordeste também apresentou trajetória ascendente nas duas décadas em questão. Entre 1965 e 1969, a taxa de investimento média no Nordeste foi de 22,4%, sendo 9,9% do setor público e 12,5% dos entes privados. Por sua vez, assim como no PIB, a taxa de investimentos chegou a sua maior média durante os anos de 1970 e 1979, quando alcançou 27,3%, onde o índice referente ao setor público correspondia a 11,6%, enquanto o setor privado foi responsável pelos outros 15,6%. Importante destacar o resultado dos investimentos em FBCF realizados pelos entes privados em 1976, que representaram 17,7% do PIB do Nordeste, nível máximo alcançado pela região.

As décadas de 1980 e 1990 ficaram marcadas na economia nordestina pelo declínio de sua atividade econômica em relação ao período anteriormente abordado. Essa mudança provocou um

recoo inicial no ritmo de crescimento do PIB nordestino, que aumentou em média 4,3% a.a. entre 1980 e 1989, ao qual foi seguida por uma relativa estagnação entre 1990 e 1994, apresentando um tímido incremento médio de 0,6% a.a. É nesse momento em que a taxa de investimentos da região entra em declínio, passando a figurar abaixo do nível de 20,0% em 1988. No primeiro momento, de 1980 a 1989, a taxa média de investimentos do Nordeste foi de 20,7% (10,0% do setor público e 10,8% do setor privado), chegando a 17,0% no quadriênio 1990-1994, quando, pela primeira vez, o nível de investimentos dos entes públicos e privados ficaram abaixo de 10,0%, marcando 9,2% para ambos.

Utilizada como meio de atrair grandes investimentos para a região desde a década de 1960, tendo seu apogeu nos anos 1990 com o esvaziamento da SUDENE, os incentivos fiscais têm sua implementação contestada na literatura econômica dado seus múltiplos desdobramentos. Para Prebisch (1949), tais estímulos podem ser importantes na atração de novos investimentos para uma determinada localidade, como foi no caso nordestino. Segundo Carvalho e Feitosa (2019), a SUDENE obteve sucesso em articular ações tendo por finalidade a obtenção de recursos para financiar projetos industriais na região, atraindo grandes fluxos de capitais “[...] de empresas do Centro-Sul em direção ao Nordeste, resultando numa modificação considerável na estrutura produtiva, com a implantação de unidades industriais modernas, tecnologicamente mais avançadas e em setores novos na indústria nordestina” (Carvalho e Feitosa, 2019, p. 235). Por sua vez, George (1999) e Soderstern (1979) advogam que tais concessões, apesar de alguma industrialização marginal ou influência nos investimentos, têm como resultado mais significativo a concentração de renda e capital, pouca utilização de mão de obra e desperdício de recursos tributários, o que também acabou sendo observado no Nordeste.

Gráfico 3 – Taxa de Investimentos da Região Nordeste e variação do PIB, entre 1995 e 2018



Fonte: IBGE e Siqueira (2021)

Levando em consideração os dados de Siqueira (2021) para o período pós-Plano Real, o melhor resultado registrado foi exatamente no início da série: 21,0% em 1995, com 16,1% para o setor privado, e 4,9% realizados pelos entes públicos das três esferas administrativas (União, estados e municípios) e das estatais federais. Na série elaborada pelo autor, foi observada a perda de participação do setor público na taxa de investimentos do Nordeste ao longo dos anos, com leve aumento entre os anos de 2008 e 2014. No período que contempla o primeiro ano após a implementação do plano de estabilização, em 1995, até 1999, o PIB nordestino apresentou um crescimento médio de 2,4% a.a. Enquanto isso, os investimentos realizados em FBCF na região corresponderam em média a 19,5% do PIB do Nordeste, em sua maior parte (14,5% do PIB), realizados pelo setor privado.

Entre os anos de 2000 e 2009, a economia nordestina cresceu em média 3,9% a.a., com destaque para a retração observada em 2002, de -6,4%, além das expansões de 6,7%, em 2004, e de

5,8%, em 2008. Já a taxa média de investimento para o período foi de 15,0%, sendo 11,1% realizado pelo setor privado e outros 3,9% pelo setor público. Por fim, apesar de inicialmente apresentar uma alta de 6,6% no PIB em 2010, o período que vai até 2018 é marcado por uma retração média da atividade econômica na região de 0,3% a.a. Por sua vez, de igual modo, a taxa média de investimentos do Nordeste nos anos 2010-2018 chegou a sua mínima histórica, registrando 14,2%. Ao final de 2018, os investimentos em FBCF na região correspondiam apenas a 12,2% do PIB, com apenas 2,2% do PIB sendo realizados pelo setor público.

6 CONCLUSÕES

O objetivo central do presente trabalho consistiu em realizar uma análise histórica e quantitativa dos investimentos no Nordeste entre os anos de 1850 e 2018. Com base em uma revisão da literatura que buscou consolidar as informações de diferentes períodos em um único artigo, foi possível identificar três períodos distintos na história dos investimentos em FBCF do Nordeste: pré-SUDENE (1850-1959), a era SUDENE (1960-1994) e o pós-Plano Real (1995-atual).

Tendo como base a economia açucareira e suas necessidades de infraestrutura, seja de combate à seca ou em termos logísticos, os primeiros indícios do que hoje conhecemos como FBCF foram descritos como algo fundamentalmente separados, porém intimamente ligados. Com a intensificação das mudanças tecnológicas na produção do açúcar, realizadas pelos senhores de engenho a partir de 1850, a necessidade de um escoamento mais eficiente da produção tornou imprescindível um aparato logístico que desse suporte para o setor. Para tal, as primeiras ferrovias foram implementadas no Nordeste, por conta da necessidade de atender as populações do interior da região em tempos de estiagem prolongada. Em ambos os casos, o suporte financeiro dos estados nordestinos foi fundamental, visto que muitas vezes serviram como fiador de empréstimos financeiros com o exterior, para os usineiros, ou garantindo o funcionamento das linhas ferroviárias abandonadas pela iniciativa privada por falta de viabilidade econômica. Um limitador encontrado nessa etapa do estudo foi a ausência de dados econômicos regionais para o período entre 1850 e 1959.

A criação da SUDENE, em 1959, teve por objetivo aprofundar essa interação entre setor público e setor privado para o desenvolvimento da região, tendo como meta a diminuição da desigualdade regional entre o Nordeste e o eixo Sudeste-Sul. Para isso, ao longo das décadas de 1960 e 1970, a autarquia federal elaborou uma série de planos diretores e variantes regionais dos programas nacionais de desenvolvimento, com metas a serem alcançadas em vários eixos estruturais da economia nordestina, como infraestrutura (urbana e rural) e industrialização, destacando-se nesse ponto a implementação dos distritos industriais locais e setoriais da região. Apesar do relativo sucesso em suas metas e da taxa de investimento da região ter alcançado seu maior valor ao longo da série histórica, a situação econômica do país no início dos anos de 1980 mudou o foco do governo federal: o combate à inflação passou a ser a emergência do momento. Com isso, a política de desenvolvimento regional foi posta de lado.

Os primeiros sinais de abertura econômica já eram sentidos desde o governo Collor (1990-1992), mas foi após o Plano Real que ela se consolidou de forma mais ampla e permanente, mesmo que ainda incompleta. A estabilização econômica foi alcançada, entretanto as políticas de desenvolvimento regional não voltaram à tona, fazendo com que estados nordestinos aderissem à chamada “guerra fiscal” para atrair investimentos privados, apesar das consequentes perdas de arrecadação pelos entes federados. Esse período também é marcado pelo intenso processo de privatização das estatais estaduais, sobretudo do setor de energia, financeiro e telecomunicações. Mesmo com um aumento momentâneo da taxa de investimento no Nordeste, provenientes de programas como o PAC I e II, a crise econômica no início do segundo governo Dilma voltou a declinar a FBCF na região, chegando aos menores valores da série histórica no último ano do governo Temer.

Com isso, é possível concluir que a principal vantagem comparativa local, a cana-de-açúcar foi o propulsor dos investimentos em FBCF do Nordeste no final do século XIX e início do século XX,

sendo observado transbordamentos para alguns setores. Entretanto, apesar de serem importantes para a região como um todo, os investimentos oriundos desse transbordamento não se sustentaram financeiramente por muito tempo, sendo repassados para o setor público que, a partir da criação da SUDENE, passou a ter um papel mais ativo na economia da Região, gerando uma grande mudança em sua estrutura econômica. Todavia, a falta de um planejamento de desenvolvimento regional nos últimos anos deixou a chegada de novos investimentos na Região à mercê de uma conjuntura nacional favorável, o que se tornou difícil desde o início da crise econômica brasileira em 2015.

REFERÊNCIAS

ABREU, M, P. (Org). **A ordem do progresso: dois séculos de política econômica no Brasil**. Rio de Janeiro: GEN LTC, 2014.

BANCO DO NORDESTE. **Estudos sobre a Formação Bruta de Capital Fixo dos setores público e privado no Nordeste**. Documento Interno do ETENE (Fundeci.27.2006). Fortaleza, 2007.

BARRETO, P. H. Seca, Fenômeno Secular na vida dos Nordestinos. **Desafios do Desenvolvimento**. Brasília, v.6, n.48, p. 64-66, 2009. Disponível em: <<https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/6997>>. Acesso em: 29 set. 2022.

CARVALHO, C. P. de O. O Desenvolvimento da Região Nordeste nos Anos Pós-Sudene (2000-2016). **Revista Paraense de Desenvolvimento**. Curitiba, v.39, n.134, p. 21-36, 2018. Disponível em: <<https://ipardes.emnuvens.com.br/revistaparaense/article/view/987>>. Acesso em: 2 jun. 2023.

CARVALHO, J. O. Políticas adotadas após a instituição da Sudene. In: CARVALHO, J. O. **Desenvolvimento regional: um problema político**. 2 ed. Campina Grande: EDUEPB, 2014, p. 205-227. Disponível em: <<https://books.scielo.org/id/wgg9f>>. Acesso em: 12 out. 2022.

CAVALCANTE, J. B; FEITOSA, C, O. A Importância da SUDENE para o Desenvolvimento Regional Brasileiro. **Revista Política e Planejamento Regional**. Rio de Janeiro, v.6, n.2, p. 226-247, 2019. Disponível em: <<https://www.revistappr.com.br/artigos/publicados/A-importancia-da-SUDENE-para-o-desenvolvimento-regional-brasileiro.pdf>>. Acesso em: 24 mar. 2023.

COELHO, V. L. P. A Política Regional do Governo Lula (2003-2010). In: BRANDÃO, A. B; CASTRO, C. N; NETO, A. M. (Org). **Desenvolvimento Regional no Brasil: políticas, estratégias e perspectivas**. Brasília: IPEA, 2017, p. 65-98. Disponível em: <<https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/7450>>. Acesso em: 16 out. 2002.

CRUZ, M, J, V.; NETO, J. B. P. Crescimento sustentável da economia brasileira: há um dilema entre o equilíbrio interno e externo? **Economia & Tecnologia**. Curitiba, v. 4, n. 2, p. 33-46, 2008. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/ret/article/view/27415/18250>>. Acesso em: 2 jun. de 2023.

DE SIQUEIRA, T. V. As Primeiras Ferrovias do Nordeste Brasileiro: Processo de Implantação e o Caso da Great West Railway. **Revista do BNDES**. Rio de Janeiro, v.9, n.17, p.169-220, 2002. Disponível em: <<https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/888>>. Acesso em: 2 jun. 2023.

FEIJÓ, C. **Contabilidade Social: Referencia atualizada das contas nacionais do Brasil**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

FOLHA DE SÃO PAULO. SUDENE foi criada em 1959 e extinta em 2001. São Paulo, Folha de S. Paulo, 28 jul. 2003. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/folha/brasil/ult96u51692.shtml>> Acesso em: 15 out. 2022.

FURTADO, C. **Formação Econômica do Brasil**. 34. ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2007.

GAREIS, M. G. S. Senhores de Engenho e Inovação Tecnológica: Caso do Nordeste Brasileiro. **Iberoamericana**, Berlim, v.11, n.3, p.21-29, 2003. Disponível em: <<https://journals.iai.spk-berlin.de/index.php/iberoamericana/article/view/2288>>. Acesso em: 3 jun. de 2023.

GEORGE, S. A Short History of Neoliberalism. In: CONFERENCE ON ECONOMIC SOVEREIGNTY IN A GLOBALISING WORLD, 1999, Bangkok. **Anais eletrônicos...** Bangkok: TNI, 1999. Disponível em: <<https://goo.gl/Q78R>>. Acesso em: 24 mar. 2023.

GIAMBIAGI, F. O. Fim de ciclo: O Governo Dilma. In: GIAMBIAGI, F. O.; CASTRO, L.; VILLELA, A.; HERMANN, J. (Org.). **Economia Brasileira Contemporânea (1945-2015)**. 3 ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2021, p. 239-276.

GOLDSMITH, J. **The Trap**. Nova York: Carroll & Garf Publishers, 1994. Disponível em: <<http://www.sirjamesgoldsmith.com/wp-content/uploads/2015/01/The-Trap-Sir-James-Goldsmith.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2023.

GREMAUD, A. P.; TONETO JÚNIOR, R.; VASCONCELLOS, M. A. S. Processo de substituição de importação. In: GREMAUD, A. P.; TONETO JÚNIOR, R.; VASCONCELLOS, M. A. S. **Economia Brasileira Contemporânea**. 7 ed. São Paulo: Atlas, 2011, p. 347-370.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Nota metodológica nº 13: Formação Bruta de Capital Fixo**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. (Sistema de Contas Nacionais – Brasil, Referência 2010). Disponível em: <https://ftp.ibge.gov.br/Contas_Nacionais/Sistema_de_Contas_Nacionais/Notas_Metodologicas_2010/13_formacao_bruta_capital_fixo.pdf>. Acesso em: 6 jun. 2023.

KRUGMAN, P. R.; MELITZ, M. J.; OBSTFELD, M. Produtividade da Mão-de-Obra e a Vantagem Comparativa: O Modelo Ricardiano. In: **Economia Internacional**. 10. ed. São Paulo: Pearson, 2015, p. 21-39. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5719121/mod_resource/content/1/ECONOMIA_INTERNACIONAL_ECONOMIA_INTERNAC.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2023.

LUCAS, R. E. On the mechanics of economics development. **Journal of Monetary Economics**, v. 22, n. 1, p. 3-42, 1988. Disponível em: <<https://www.parisschoolofeconomics.eu/docs/darcillon-thibault/lucasmecanicseconomicgrowth.pdf>>. Acesso em: 14 jan. 2023.

MACIEL, A. Juscelino Kubitschek planejava reformular o Nordeste com a Sudene. **Jornal do Comércio**. Recife, 5 jan. 2014. Disponível em: <<https://jc.ne10.uol.com.br/canal/politica/pernambuco/noticia/2014/01/05/juscelino-kubitschek-planejava-reformular-o-nordeste-com-a-sudene-111906.php>>. Acesso em: 7 jan. 2023.

MARSHALL, A. **Princípios de Economia**. São Paulo: Nova Cultura, 1996. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1308458/mod_resource/content/1/marshall%20%281996%29%20principios%20de%20economia%2C%20vol%201.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2023.

PEYERL, D. Surge o Petróleo (1864-1941). In: PEYERL, D. **O Petróleo no Brasil: exploração, capacidade técnica e ensino de geociência (1864-1968)**. São Bernardo do Campo:

Editora UFABC, 2017, p. 22-84. Disponível em: <<https://books.scielo.org/id/jxw3s/pdf/peyerl-9788568576786-04.pdf>>. Acesso em: 2 jun. 2023.

PRADO JÚNIOR, C. **Formação do Brasil Contemporâneo**. São Paulo: Companhia das Letras, 2011.

PREBISCH, R. O Desenvolvimento Econômico da América Latina e seus Principais Problemas. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, v.3, n.3, p. 47-111, 1949. Disponível em: <<https://goo.gl/g3aFmz>>. Acesso em: 24 mar. 2023.

RODRIGUES, G. S. de S. C. ROSS, J. L. S. **A Trajetória da Cana-de-Açúcar no Brasil: Perspectivas Geográficas, Histórica e Ambiental**. Uberlândia: EDUFU, 2020. Disponível em: <http://www.edufu.ufu.br/sites/edufu.ufu.br/files/edufu_a_trajetoria_da_cana-de-acucar_no_brasil_2020_ficha_corrigida.pdf>. Acesso em: 24 set. 2022.

ROMER, P. M. Human Capital and Growth: Theory and Evidence. **Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy**. Elsevier, v. 32, n. 1, p. 251-286, 1990. Disponível em: <<https://www.nber.org/papers/w3173>>. Acesso em: 14 jan. 2023.

RUTHES, J. SALOMÃO, I. O Sistema Ferroviário Brasileiro ao longo da História: Das Origens à Retomada dos Investimentos. **Ciências Sociais em Perspectivas**. Cascavel, v.15, n.28, p.169-189, 2016. Disponível em: <<https://e-revista.unioeste.br/index.php/ccsaemperspectiva/issue/view/768>>. Acesso em: 24 set. 2022.

SANCHES, N; ROCHA, F. Investimento estaduais públicos e privados: “bens” substitutos ou complementares? **Economia Aplicada**, Ribeirão Preto, v. 14, n. 2, p. 211-223, 2010. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/ecoa/issue/view/120>>. Acesso em: 9 out. 2022.

SILVA, D. C. de A. **Desenvolvimento do Nordeste: uma análise do desenvolvimento e os efeitos econômicos e sociais na região nos governos do PT (2003 – 2016), a partir do Programa Bolsa Família e do Programa de Aceleração do Crescimento - PAC**. 2020. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2020. Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/40562>> Acesso em: 16 out. 2022.

SIQUEIRA, K. A. **Formação Bruta de Capital Fixo no Nordeste: análise dos efeitos crowding-in e crowding-out de 1995 a 2018**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Economia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2021. Disponível em: <<https://repository.ufrpe.br/handle/123456789/3913>>. Acesso em: 27 mar. 2023.

SOLOW, R. M. Technical Change and the Aggregate Production Function. **The Review of Economics and Statistics**, The MIT Press, v. 39, n. 3, p. 312-320, 1957. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/1926047>>. Acesso em: 14 jan. 2023.

SODERSTEN, B. **Economia Internacional**. Rio de Janeiro: Interciência, 1979.

SUDENE - SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE. **Agregados Econômicos Regionais: Nordeste do Brasil 1965-98**. 1. ed. Recife: SUDENE, 1999.

EFEITOS DOS APORTES DO PROGRAMA GARANTIA SAFRA NA COMPOSIÇÃO DO PRODUTO INTERNO BRUTO DOS MUNICÍPIOS NORDESTINOS EM 2019¹

Effects of the contributions of the Crop Guarantee Program on the composition of the gross domestic product of Brazilian Northeastern municipalities in 2019

Manoel Alexandre de Lucena

Economista. Mestrando em Desenvolvimento Regional Sustentável pela
Universidade Federal do Cariri. manoelalex123@gmail.com

Yara Eugenio Leandro de Sousa

Economista. Mestranda em Desenvolvimento Regional Sustentável pela
Universidade Federal do Cariri. yaraeugenio@gmail.com

Eliane Pinheiro de Sousa

Economista. Pós-Doutora em Economia Aplicada pela Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz",
Universidade de São Paulo. Professora da Universidade Regional do Cariri. pinheiroeliane@hotmail.com

Resumo: Tendo em vista que os aportes do Programa Garantia Safra (PGS) fomentam o desenvolvimento municipal contemplado com tal política, busca-se neste trabalho avaliar os efeitos do PGS na composição do Produto Interno Bruto (PIB) dos municípios nordestinos em 2019. Para aferir os efeitos dos aportes do PGS no Valor Adicionado Bruto (VAB) total e setorial (agropecuário, serviços e indústria) de 1.039 municípios aderentes a essa política em 2019, utilizaram-se os modelos de Regressão Linear Simples (RLS) e de Regressão Quantílica (RQ). Os dados dos aportes do PGS foram oriundos do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), e os VABs foram extraídos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Os principais resultados revelam que existem efeitos positivos e significantes dos recursos aportados pelo PGS na composição do PIB dos municípios nordestinos. Especificamente, constata-se que os impactos do PGS são maiores nos municípios com menores VABs agropecuários e que o setor da indústria foi menos afetado por essa política que os setores agropecuário e de serviços. Conclui-se que a transferência de renda feita pelos aportes do programa contribui para os setores econômicos nos municípios do Nordeste brasileiro.

Palavras-chave: Valor Adicionado Bruto, Regressão Linear, Regressão Quantílica.

Abstract: Considering that the contributions of the Crop Guarantee Program (PGS) encourage the municipal development of the municipalities contemplated with such policy, this study evaluated the effects of the PGS on the composition of the Gross Domestic Product (GDP) of Brazilian Northeastern municipalities in 2019. To assess the effects of the PGS contributions on the total and sectorial (agriculture and cattle farming, services and industry) Gross Value Added (GVA) of 1,039 municipalities which joined this policy in 2019, Simple Linear Regression (SLR) and Quantile Regression (QR) models were used. The data related to the PGS contributions came from the Brazilian Ministry of Agriculture, and the GVAs were extracted from the Brazilian Institute of Geography and Statistics. The main results reveal that there are positive and significant effects considering the resources provided by the PGS on the composition of the GDP of the Brazilian northeastern municipalities. It was found that the impacts of the PGS are greater in municipalities with lower agricultural GVAs and that the industry sector was less affected than the agriculture and services sectors. It is concluded that the income transfer made by the program contributes to the economic sectors in the municipalities of the Brazilian Northeast.

Keywords: Gross Value Added, Linear Regression, Quantile Regression.

¹ Este artigo teve apoio financeiro da FUNCAP mediante o Edital BPI FUNCAP n. 2/2020.



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

1 INTRODUÇÃO

Diante da importância da agricultura familiar, é imprescindível que o setor receba mais incentivos e apoio para continuar contribuindo com a economia e com o desenvolvimento social, onde se devem desenvolver políticas e ações governamentais que contribuam com a atividade dos agricultores familiares. Isso para que eles continuem suas produções, e para que consigam manter o sustento, mesmo depois de perderem safras, em decorrência de estiagem ou excesso hídrico, que podem ocorrer de maneira desregular, surpreendendo qualquer agricultor que não esteja preparado para esses eventos climáticos adversos (Delgado; Bergamasco, 2017).

Dessa forma, para minimizar os efeitos danosos dessas intempéries climáticas, foi instituído, em 10 de abril de 2002, o Programa Garantia Safra (PGS), mediante a Lei nº 10.420, sendo modificado em 9 de julho de 2003, a partir da Lei nº 10.700. É um projeto do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF), destinado a oferecer aos agricultores familiares de áreas de clima semiárido ou onde ocorrem longos períodos de estiagem, que perderam as suas safras, uma renda por um tempo determinado para assegurar sua subsistência (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA, 2022).

O Garantia Safra é, portanto, um seguro de renda vinculado à produção que busca garantir condições mínimas de sobrevivência aos agricultores familiares de municípios que perderam a safra. Segundo Silva *et al.* (2021), o PGS contribui para a fixação dos produtores rurais no campo, amenizando a sua migração para os grandes centros urbanos. Ademais, os aportes do PGS promovem o desenvolvimento local do município beneficiado e aquecem a sua economia (Ferreira *et al.*, 2006).

A área de atuação do PGS abrange a região Nordeste e parte dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo. Porém, as estatísticas financeiras do programa (número de agricultores, parcelas e aporte) estão disponíveis no website do MAPA apenas para municípios do Nordeste e de Minas Gerais. A análise de tais estatísticas, para 2019, revela que o Nordeste apresentou mais de 760 mil agricultores safristas e que foi responsável por cerca de 95% do aporte formado pelo PGS (MAPA, 2022). Santana e Santos (2019), ao compararem as safras 2006-2007 e 2016-2017, verificaram que, em dez anos, houve crescimento de 114% do número de municípios nordestinos que aderiram ao programa, alcançando uma cobertura de 55% dos municípios do Nordeste.

Diante da notoriedade do PGS no Nordeste, torna-se relevante analisar os efeitos desse programa sob as dimensões produtiva (Rocha, 2013; Lucena *et al.* 2022a), tributária (Lucena *et al.*, 2022a) e econômica. Embora se reconheça a importância de se proceder a análise dos efeitos dessa política sobre a dimensão econômica, mais especificamente sobre o crescimento econômico, captado por variáveis como Produto Interno Bruto (PIB) e/ou Valor Adicionado Bruto (VAB), não se encontrou tal abordagem na literatura. Portanto, buscando preencher essa lacuna, o presente estudo se propõe a analisar os principais efeitos dos aportes do PGS na composição do PIB dos municípios nordestinos aderentes a esse programa no ano de 2019. Para tal, foram identificados municípios nordestinos que receberam aportes do PGS em 2019 e estimaram modelos de Regressão Linear Simples (RLS) e Quantílica (RQ) para aferir os efeitos do volume de recursos aportados pelo PGS no VAB total e setorial (agropecuário, serviços e indústria) dos municípios considerados.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Diante da relevância de políticas públicas rurais para os produtores familiares e para o crescimento das economias locais, estudos empíricos que buscam captar os efeitos desses programas sobre variáveis econômicas têm ganhado espaço nas agendas de pesquisa. Para tal, a literatura utiliza métodos analíticos de regressão com dados *cross section* (Bueno e Oliveira, 2015; Oliveira *et al.*, 2021) ou com dados em painel (Silva e Alves Filho, 2009; Dias e Rocha, 2015; Marioni *et al.*, 2016; Rodrigues, 2019; Souza *et al.*, 2020; Gresele *et al.*, 2021; Lucena *et al.*, 2022b).

Dentre esse conjunto de estudos, a análise do efeito do PRONAF sobre o PIB em diferentes espaços geográficos foi objeto de Silva e Alves Filho (2009), Bueno e Oliveira (2015), Marioni *et al.* (2016), Rodrigues (2019), Gresele *et al.* (2021) e Oliveira *et al.* (2021).

Silva e Alves Filho (2009) verificaram os impactos econômicos do PRONAF nas economias locais do território rural do Médio Jequitinhonha para o período de 1999 a 2006, considerando o PIB total (PIBTOT), PIB setorial – agropecuária (PIBAGRO), indústria (PIBIND), serviços (PIBSER) e PIB *per capita* (PIBTOTPC). Esse território rural é constituído por 18 municípios mineiros. Para tanto, foram estimadas pelo método de Mínimos Quadrados Generalizados cinco regressões lineares com efeitos aleatórios, em que as variáveis econômicas foram definidas como dependentes e o volume total de créditos do Pronaf em nível (PRONAF) e com um ano de defasagem (PRONAF(-1)) como variáveis explicativas. Os resultados mostraram que o PRONAF afeta positivamente o PIB total e os três setores analisados separadamente. Ademais, os impactos dos créditos com um ano de defasagem foram maiores que os impactos no mesmo ano dos contratos. A inferência que o PRONAF ocasiona efeitos econômicos positivos sobre o PIB total e intersetoriais foi corroborada por Marioni *et al.* (2016), que avaliaram o impacto do PRONAF no PIB total e nos PIBs setoriais (serviços, agropecuário e industrial) da economia brasileira por meio de regressão quantílica com efeitos fixos para dados em painel, considerando o período entre 2000 e 2012.

Rodrigues (2019) buscou analisar os efeitos do PRONAF no PIB total e no VAB setorial (agropecuária, indústria e serviços) da mesorregião mineira da Zona da Mata entre 2001 e 2012. Para responder a esse objetivo proposto, estimaram quatro regressões lineares com efeitos fixos, em que as variáveis econômicas foram definidas como dependentes e o valor total dos contratos do PRONAF em nível (PRONAF), com um ano de defasagem (PRONAF(-1)) e com dois anos de defasagem (PRONAF(-2)) como variáveis explicativas. Os resultados confirmaram que há uma relação positiva estatisticamente significativa entre o valor dos contratos do PRONAF no PIB total e no VAB setorial. Verificou também que os recursos disponibilizados pelo PRONAF com defasagem de dois anos se mostram mais expressivos do que o defasado em apenas um ano, possibilitando inferir o efeito acumulativo intertemporal dessa política.

O impacto dos recursos do PRONAF no crescimento econômico também foi objeto de estudo de Gresele *et al.* (2021) para os municípios paranaenses no período de 2012 a 2016. Para tal, consideraram as variáveis referentes ao PIB *per capita* municipal e VAB setoriais (Agronegócio, Comércio e Serviços e Indústria). Os métodos adotados foram análise de *clusters* e regressão linear com dados em painel. Os resultados mostraram que os municípios foram distribuídos em quatro grupos, sendo que estimaram o modelo de efeitos aleatórios para os grupos 1 e 3 e o modelo de efeitos fixos para os grupos 2 e 4. No mais, os grupos 1, 3 e 4 apontaram uma relação positiva entre o PRONAF e o crescimento do PIB *per capita* municipal.

Além de verificar os impactos econômicos do PRONAF, Bueno e Oliveira (2015) também incluíram as dimensões produtiva, social e tributária. Todas essas dimensões foram consideradas por Oliveira *et al.* (2021), acrescida da demográfica. Esses dois estudos utilizaram os métodos de Regressão Linear Simples, em que consideraram o volume de recursos do PRONAF como variável explicativa e cada uma das variáveis em cada uma das dimensões analisadas como variáveis dependentes, e Correlação entre tais variáveis. No caso do estudo de Bueno e Oliveira (2015), a análise foi realizada nos 30 municípios que mais contrataram crédito desse programa no Paraná nos anos 2000 e 2006. Os resultados revelaram que o PRONAF teve maior impacto nas variáveis concernentes ao PIB total, PIB *per capita*, PIB agropecuário e produção agropecuária (feijão, mandioca, milho e leite) e registrou menores impactos nas dimensões social e tributária. Quanto ao trabalho de Oliveira *et al.* (2021), a análise foi feita para os municípios baianos nos anos de 2000 e 2012. Os resultados apontaram que os recursos financeiros do PRONAF exercem influência significativa sobre as variáveis PIB *per capita*, PIB agrícola, percentual do PIB agrícola, produção pecuária, vacas ordenhadas, produção de leite, área plantada e quantidade produzida de feijão e milho, e população estimada nos dois anos considerados.

Quanto aos efeitos do PAA no crescimento econômico, destacam-se os estudos de Dias e Rocha (2015) e Lucena *et al.* (2022b). Dias e Rocha (2015) analisaram os impactos dos gastos públicos federais no crescimento do PIB *per capita* em 84 municípios do Rio Grande do Norte no período de 2005 a 2011 por meio da Análise de Conteúdo, Análise Exploratória de Dados (AED) e modelo de regressão com dados em painel, em que a variável PIB *per capita* do município foi considerada como dependente e o total de recursos gastos pelo Governo Federal na compra de produtos ofertados pelas cooperativas em cada município como variável explicativa. Os resultados mostraram que as compras feitas pelo Governo Federal junto às cooperativas contribuem significativamente para o crescimento do PIB *per capita* dos municípios. Por sua vez, Lucena *et al.* (2022b) verificaram os efeitos do PAA no PIB total e nos PIBs setoriais (agropecuário, indústria e serviços) nos municípios do Maranhão, no período de 2010 a 2018, por meio de Regressão Quantílica, em que os valores recebidos do PAA correspondeu à variável dependente e as variáveis do PIB total e dos PIBs setoriais foram definidas como dependentes. Os resultados constataram efeito positivo do programa sobre o PIB total e os PIBs setoriais na economia maranhense.

Em relação aos efeitos do Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), Souza *et al.* (2020) buscaram analisar os impactos no Valor Agregado Bruto (PIB agropecuário) a partir de variáveis como repasse do governo aos municípios referentes ao PNAE e gasto municipal com tal programa, na Paraíba, mediante o modelo de dados em painel para o período de 2011 a 2015. As estimações mostraram que tanto o repasse dos recursos, quanto o uso desses recursos advindos do Governo Federal para a compra da merenda escolar a partir dos agricultores familiares não apresentaram impactos consideráveis no PIB agrícola do Estado.

No tocante ao PGS, Rocha (2013) analisou os efeitos desse programa sobre a dimensão produtiva, representada pela variável produção relativa de grãos, mediante os métodos de Correlação e Regressão Linear (os aportes relativos do PGS como variável explicativa e a produção de grãos relativos como variável dependente) com efeitos aleatórios, considerando o triênio 2009-2011 para uma amostra de municípios do Ceará. As estimações foram realizadas para o grupo de municípios com alta e com baixa vulnerabilidade, conforme o Índice Municipal de Alerta (IMA) e os resultados indicaram influência significativa dos aportes relativos do PGS sobre a produção de grãos relativos. Lucena *et al.* (2022a) analisaram os determinantes do valor de recursos aportados pelo PGS nos municípios cearenses no período de 2016 a 2019. Para tal, aplicou-se Regressão Linear Múltipla com dados em painel, em que se considerou como variável dependente o valor de recursos aportados no PGS e como variáveis explicativas valor da produção, quantidade produzida e área plantada de grãos (milho, feijão, fava e arroz); precipitação pluviométrica e receitas totais (corrente e capital) *per capita* municipal. Os resultados indicaram efeito positivo do valor e da área plantada de grãos nos aportes do PGS.

Conforme explicitado na seção introdutória e reiterado nesta revisão bibliográfica, somente os estudos de Rocha (2013) e Lucena *et al.* (2022a) versaram sobre os efeitos do PGS, porém nenhum dos dois se preocuparam com a dimensão econômica, mais particularmente com os efeitos do PGS sobre o crescimento econômico, captado por variáveis como Produto Interno Bruto (PIB) e/ou Valor Adicionado Bruto (VAB), sendo considerado pelos demais autores listados no Quadro 1, ao analisarem as políticas públicas rurais (PRONAF, PAA e PNAE). Dessa forma, o presente estudo contribui com a literatura ao proceder este tipo de análise.

O Quadro 1 apresenta uma síntese desses estudos referenciados quanto aos efeitos de políticas públicas rurais (PGS, PRONAF, PAA e PNAE).

Quadro 1 – Síntese dos estudos empíricos que analisaram os efeitos de políticas públicas rurais

Autores	Área de estudo	Período	Variáveis	Métodos	Resultados
Silva e Alves Filho (2009)	18 municípios mineiros do Médio Jequitinhonha	1999 a 2006	PIBs total, setoriais e <i>per capita</i>	Regressão Linear com efeitos aleatórios	PRONAF afeta positivamente o PIB total e os PIBs setoriais
Rocha (2013)	Amostra de municípios do Ceará	2009 a 2011	Produção de grãos relativas	Correlação e Regressão Linear com efeitos aleatórios	PGS exerce influência significativa sobre a produção de grãos relativas
Bueno e Oliveira (2015)	30 municípios do Paraná	2000 e 2006	PIBs total, <i>per capita</i> e agropecuário; produção agropecuária; dimensões social e tributária	Regressão Linear Simples e Correlação	PRONAF com maior impacto nos PIBs e produção e menor nas dimensões social e tributária
Dias e Rocha (2015)	84 municípios do Rio Grande do Norte	2005 a 2011	PIB <i>per capita</i>	Análise de Conteúdo, AED e Regressão Linear com efeitos fixos	PAA contribui significativamente para o PIB <i>per capita</i>
Marioni <i>et al.</i> (2016)	5.534 municípios brasileiros	Entre 2000 e 2012	PIBs total e setoriais	Regressão Quantílica com efeitos fixos	Efeito positivo do PRONAF sobre o PIB total e os PIBs setoriais
Rodrigues (2019)	142 municípios da Zona da Mata mineira	Entre 2001 e 2012	PIB total, VAB setorial (agropecuária, indústria e serviços)	Regressão Linear com efeitos fixos	PRONAF exerce influência significativa sobre o PIB total e no VAB setorial
Souza <i>et al.</i> (2020)	municípios paraibanos	2011 a 2015	VAB (PIB agropecuário)	Regressão Linear com dados em painel	PNAE não apresentou impactos consideráveis no PIB agrícola
Gresele <i>et al.</i> , (2021)	385 municípios paranaenses	2012 a 2016	PIB <i>per capita</i> municipal; VAB setoriais (Agronegócio, Comércio e Serviços e Indústria)	Análise de <i>clusters</i> e Regressão Linear com dados em painel	Relação positiva entre o PRONAF e o crescimento do PIB <i>per capita</i> em três dos quatro grupos
Oliveira <i>et al.</i> (2021).	municípios baianos	2000 e 2012	PIBs total, <i>per capita</i> e agropecuário; produção agropecuária; dimensões social e tributária	Regressão Linear Simples e Correlação	PRONAF exerce influência significativa PIBs, produção e população e menor efeito nas dimensões social e tributária
Lucena <i>et al.</i> (2022a)	municípios cearenses	2016 a 2019	Valor da produção, quantidade produzida; área plantada de grãos; precipitação e receitas totais (corrente e capital) <i>per capita</i>	Regressão Linear Múltipla com dados em painel	Efeito positivo do valor e da área plantada de grãos nos aportes do PGS
Lucena <i>et al.</i> (2022b)	municípios maranhenses	2010 a 2018	PIB total e PIBs setoriais	Regressão Quantílica	Efeito positivo do PAA sobre PIB total e os PIBs setoriais

Fonte: Organização dos autores.

Conforme explicitado na seção introdutória e reiterado nesta revisão bibliográfica, somente os estudos de Rocha (2013) e Lucena *et al.* (2022a) versaram sobre os efeitos do PGS, porém nenhum dos dois se preocuparam com a dimensão econômica, mais particularmente com os efeitos do PGS sobre o crescimento econômico, captado por variáveis como Produto Interno Bruto (PIB) e/ou Valor Adicionado Bruto (VAB), sendo considerado pelos demais autores listados no Quadro 1, ao analisarem as políticas públicas rurais (PRONAF, PAA e PNAE). Dessa forma, o presente estudo contribui com a literatura ao proceder este tipo de análise.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Área de estudo e seleção da amostra

A região Nordeste é uma das cinco grandes regiões brasileiras, perfazendo uma área de 1.552.175,42 km², segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021a). O Nordeste brasileiro é composto por nove estados, distribuindo em 1.794 municípios, em 2021 (IBGE, 2021a).

Neste estudo, porém, foram selecionados 1.039 municípios nordestinos que aderiram ao PGS no ano de 2019. Essa amostra perfaz 57,92% dos municípios do Nordeste. Na Tabela 1, apresenta-se a distribuição dos municípios selecionados em cada estado nordestino, as participações na amostra e nas respectivas unidades federativas.

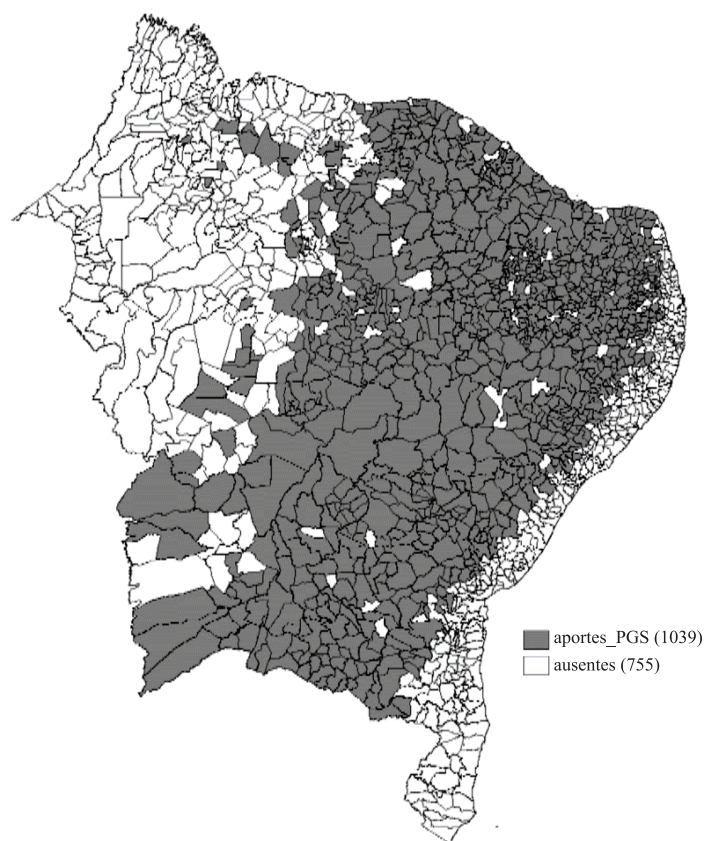
Tabela 1 – Distribuição dos municípios nordestinos considerados na pesquisa conforme os estados

Estado	Municípios	Percentual na amostra (%)	Percentual no Estado (%)
Alagoas	34	3,27	33,33
Bahia	254	24,45	60,91
Ceará	174	16,75	94,57
Maranhão	11	1,06	5,07
Paraíba	175	16,84	78,48
Pernambuco	100	9,62	54,05
Piauí	134	12,90	59,82
Rio Grande do Norte	135	12,99	80,84
Sergipe	22	2,12	29,33

Fonte: Elaborado pelos autores com base na pesquisa (2022).

Como se verifica, o estado com maior abrangência de municípios neste estudo é o Ceará com 94,57% dos seus 184 municípios considerados, e com menor, é o estado do Maranhão com apenas 11 municípios. Em relação à participação na amostra dos municípios nordestinos, o maior peso é o da Bahia com 24,45%. A distribuição espacial dos municípios nordestinos contemplados com aportes do PGS em 2019 e considerados neste estudo é apresentada na Figura 1.

Figura 1 – Distribuição espacial dos municípios nordestinos selecionados conforme a formação de aportes do PGS em 2019



Fonte: Elaborado pelos autores com base em MAPA (2022)

3.2 Modelos analíticos de regressão

Diferentemente da análise de correlação, que mensura a força e a direção do relacionamento entre duas variáveis, o objetivo da análise de regressão simples é avaliar o efeito de uma variável preditora em uma variável resposta (Z *et al.*, 2003; Towmey; Kroll, 2008; Su *et al.*, 2012; Pal; Bharati, 2019). Embora haja diversos modelos de regressão simples, como a regressão exponencial, quadrática, logística etc., este estudo considera o modelo de Regressão Linear Simples (RLS).

Assim, o modelo de Regressão Linear Simples (RLS) apresenta apenas uma variável independente (explicatória), x_i , e a variável dependente, y_i . A equação (1) apresenta o formalismo matemático deste modelo.

$$y_i = \alpha + \beta x_i + \mu_i \quad (1)$$

Em que: $i = 1, \dots, n$ denota os indivíduos (unidades, pessoas, municípios) presentes na amostra e μ_i representa o erro residual (diferença entre os valores observados da variável e os valores ajustados).

Os parâmetros α e β , respectivamente, o intercepto e a inclinação da reta de regressão, podem ser obtidos pelo método de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) (Eberly, 2007). O método MQO busca minimizar a distância entre o valor observado para a variável o valor ajustado pela reta de regressão (Su *et al.*, 2012). Matematicamente, os parâmetros do modelo são encontrados de tal forma que a soma dos quadrados dos erros residuais é minimizada (Zou *et al.*, 2003).

Vale ressaltar que, em situações em que a amostra é razoavelmente homogênea e a variável y é normalmente distribuída, os modelos de RLS produzem estimativas perspicazes (Young *et al.*, 2008). Essa condição não ocorre com frequência e, além disso, as estimativas de RLS ocorrem na média condicional de y para as variáveis independentes, tornando-se usual utilizar o modelo de Regressão Quantílica (RQ), que calcula estimativas nos quantis da variável dependente (Koenker; Hallock, 2001). Ademais, enfatiza-se que a RQ é mais robusta na presença de *outliers* (informações discrepantes na amostra) do que a regressão de MQO (Staffa *et al.*, 2019).

Proposta por Koenker e Bassett (1978), a RQ possibilita realizar estimativas de modelos para funções de quantis condicionais, permitindo avaliar os impactos das variáveis independentes ao longo da distribuição da variável dependente (Nascimento *et al.*, 2012). Assim, para o θ_{th} quantil, a equação (2) apresenta o modelo RQ.

$$Q(x_i) = x_i \beta_\theta \quad \theta \in (0,1) \quad (2)$$

Em conformidade com Koenker e Bassett (1978), o estimador de β é obtida a partir da solução da função objetivo apresentada pela expressão (3).

$$\frac{1}{n} \left[\sum_{i: y_i \geq x_i \beta} \theta |y_i - x_i \beta_\theta| + \sum_{i: y_i < x_i \beta} (1 - \theta) |y_i - x_i \beta_\theta| \right] = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \rho_\theta(u_{\theta i}) \quad (3)$$

Em que $\rho_\theta(u_{\theta i})$ é a função *check*, definida pela equação (4).

$$\rho_\theta(u_{\theta i}) = \{\theta u_{\theta i}, \text{ se } u_{\theta i} \geq 0 \text{ } (\theta - 1)u_{\theta i} < 0 \quad (4)$$

Além disso, baseando-se em Nascimento *et al.* (2012) e Costa *et al.* (2015), utilizou-se o método de reamostragem do *bootstrap*, a fim de aumentar a confiabilidade nas inferências realizadas com as estimações. Desta forma, os erros-padrão foram obtidos com 1000 replicações.

Para testar se os efeitos da variável explanatória na variável dependente são significativamente diferentes entre os quantis, adota-se o teste de Wald (Staffa *et al.*, 2019). A hipótese nula do teste de Wald é a igualdade estatística dos coeficientes aos pares. Assim, tomando os quantis distintos, p e q , a equação (5) apresenta as hipóteses do teste de Wald (Hao; Naiman, 2007).

$$H_0: \beta_j^{(p)} = \beta_j^{(q)} \text{ versus } H_a: \beta_j^{(p)} \neq \beta_j^{(q)} \quad (5)$$

Se o resultado do teste responder com estatística significativa ($p < 0,05$), rejeita-se a hipótese nula, implicando afirmar que o efeito da variável estudado não é mesmo no quantis da variável dependente (Nascimento *et al.*, 2012).

3.3 Modelos empíricos, variáveis e fonte de dados

Para captar os efeitos do PGS no VAB total e setorial (agropecuário, serviço e industrial) nos municípios nordestinos aderentes a esse programa em 2019, recorre-se aos modelos de Regressão Linear Simples (RLS) e de Regressão Quantílica (RQ). Assim, o conjunto de equações de (6) até (9) explicita os modelos de RLS adotados.

$$\ln(VAB_{tot_i}) = \alpha + \beta \ln(aporte_PGS_i) + \mu_i \quad (6)$$

$$\ln(VAB_{agro_i}) = \alpha + \beta \ln(aporte_PGS_i) + \mu_i \quad (7)$$

$$\ln(VAB_{serv_i}) = \alpha + \beta \ln(aporte_PGS_i) + \mu_i \quad (8)$$

$$\ln(VAB_{ind_i}) = \alpha + \beta \ln(aporte_PGS_i) + \mu_i \quad (9)$$

Já para os modelos de Regressão Quantílica (RQ), estima-se em diferentes quantis (τ) ao longo da distribuição, conforme as equações numeradas de (10) até (13).

$$\ln(VAB_{tot_i}) = \alpha(\theta) + \beta(\theta) \ln(aporte_PGS_i) + \mu_i \quad (10)$$

$$\ln(VAB_{agro_i}) = \alpha(\theta) + \beta(\theta) \ln(aporte_PGS_i) + \mu_i \quad (11)$$

$$\ln(VAB_{serv_i}) = \alpha(\theta) + \beta(\theta) \ln(aporte_PGS_i) + \mu_i \quad (12)$$

$$\ln(VAB_{ind_i}) = \alpha(\theta) + \beta(\theta) \ln(aporte_PGS_i) + \mu_i \quad (13)$$

Em todos os modelos, o $\ln(\text{aporte_PGS})$ corresponde a variável independente, ao passo que os logaritmos naturais do VABs são as variáveis dependentes. Além disso, na modelagem, os subscritos i se referem aos municípios incluídos na amostra e o θ os quantis estimados nos modelos RQ, sendo os quantis 10, 25, 50, 75 e 90 considerados neste estudo.

Em relação às variáveis, o Quadro 1 apresenta a descrição e fonte de dados. Enfatiza-se que não foram aplicadas correções monetárias nos valores correntes dos aportes e dos VABs.

Quadro 1 – Descrição e fonte de dados das variáveis consideradas neste estudo

Variável	Descrição	Fonte de dados
$\ln(\text{aporte_PGS})$	Logaritmo natural do aporte municipal do PGS (R\$).	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2022)
$\ln(\text{VAB_tot})$	Logaritmo natural do valor adicionado bruto a preços correntes total (R\$ 1000).	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022)
$\ln(\text{VAB_agro})$	Logaritmo natural do valor adicionado bruto a preços correntes da agropecuária (R\$ 1000).	
$\ln(\text{VAB_serv})$	Logaritmo natural do valor adicionado bruto a preços correntes dos serviços, exclusive administração, defesa, educação e saúde públicas e seguridade social (R\$ 1000).	
$\ln(\text{VAB_ind})$	Logaritmo natural do valor adicionado bruto a preços correntes da indústria (R\$ 1000).	

Fonte: Elaborado pelos autores com base em IBGE (2022) e MAPA (2022).

Ressalta-se que a forma funcional logarítmica adotada nos modelos estimados tem como objetivo captar as elasticidades parciais dos coeficientes. Em outras palavras, tudo mais constante, feito um acréscimo percentual no aporte do PGS, obtém-se um efeito proporcional no VAB do modelo considerado. Além disso, na apresentação e interpretação das regressões, seguindo Marioni *et al.* (2016), desconsidera-se o intercepto do modelo.

Ademais, as estimações e tabelas geradas neste estudo são obtidas com o *software* Stata 16, sendo os comandos *regress* e *qreg* aplicados para a Regressão Linear Simples e Regressão Quantílica, respectivamente. Já os mapas foram obtidos com o uso do *software* GeoDa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta seção se dedica à apresentação e discussão dos modelos estimados. Porém, inicialmente, busca-se discutir as estatísticas descritivas das variáveis consideradas nos modelos, bem como, a fim de entender a relação entre elas, recorre-se à matriz de correlação. Dessa forma, na Tabela 2, são apresentadas as estatísticas descritivas dos aportes do PGS e dos VABs dos municípios nordestinos considerados nesta pesquisa para o ano de 2019.

Tabela 2 – Estatísticas descritivas dos aportes do PGS e dos VABs dos municípios nordestinos aderentes ao PGS em 2019

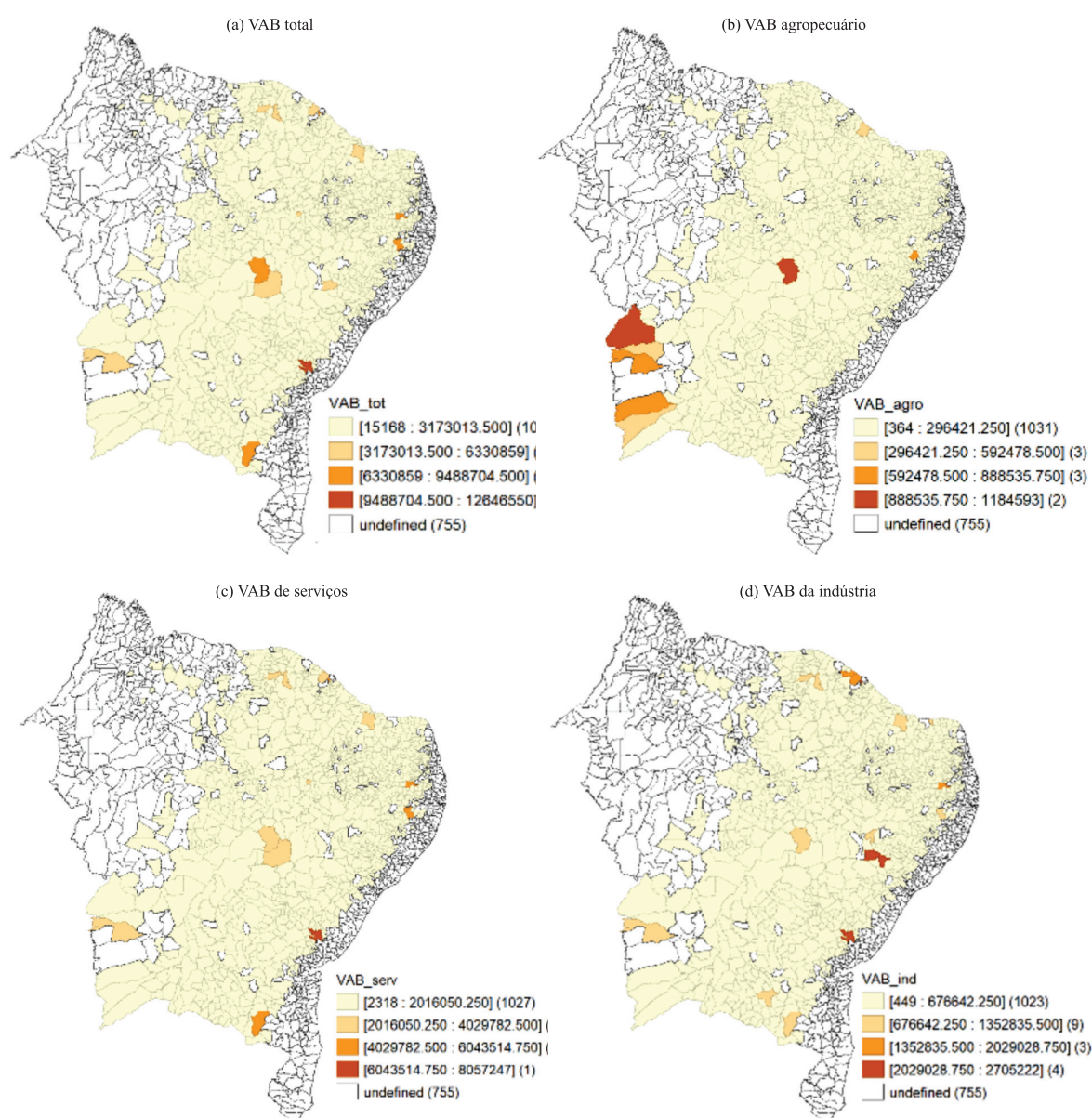
Variável	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
VAB_tot (R\$ 1000)	296.989,28	782.527,17	15.168,00	12.646.550,00
VAB_agro (R\$ 1000)	25.836,90	73.229,65	364,00	1.184.593,00
VAB_serv (R\$ 1000)	123.760,66	441.100,51	2.318,00	8.057.247,00
VAB_ind (R\$ 1000)	50.710,38	208.212,88	449,00	2.705.222,00
aporte_PGS (R\$)	30.726,25	32.472,99	102,00	369.495,00

Fonte: Elaborado pelos autores com base em IBGE (2022) e MAPA (2022)

Em termos das médias dos VABs municipais, o maior valor é do VAB total. Em seguida, tem-se o predomínio do setor de serviços e industrial. Já o VAB da agropecuária, também pela média municipal, com menores valores, corresponde à metade do valor adicionado pelo setor industrial. Nesse sentido, o IBGE (2021b) revela que, entre 2002 e 2019, no Nordeste, a participação do VAB de serviços no VAB total cresceu 1,2%, ao passo que os setores da agropecuária e industrial tiveram reduções iguais de 0,4%.

A distribuição espacial do VAB total e setorial (agropecuário, serviços e indústria) encontra-se apresentada na Figura 2. Observa-se que a maioria dos municípios apresenta valores baixos dos VABs. Sabe-se que as capitais e as regiões metropolitanas detêm maior peso do PIB, sobretudo de serviços (Negrão; Théry, 2022), porém, por não receberem aportes do PGS, em 2019, este estudo não considerou nenhuma capital dos estados do Nordeste, o que justifica o baixo dinamismo econômico observado.

Figura 2 – Distribuição espacial do VAB total e setorial (agropecuário, serviços e indústria) nos municípios nordestinos aderentes ao PGS em 2019



Fonte: Elaborado pelos autores com base em IBGE (2022).

Comparando os valores dos VABs, o município com maior riqueza econômica, em 2019, quantificada pelo VAB total é Feira de Santana na Bahia, com valor superior a 12 bilhões de reais. Do outro lado, o menor VAB total foi obtido pelo município piauiense de Santo Antônio dos Milagres, com economia quase 20 vezes menor que a média municipal. Esses dois municípios também são os extremos na distribuição do VAB de serviços, Feira de Santana com mais de 8 bilhões de reais, e Santo Antônio dos Milagres com valor adicionado na casa de 2 milhões de reais.

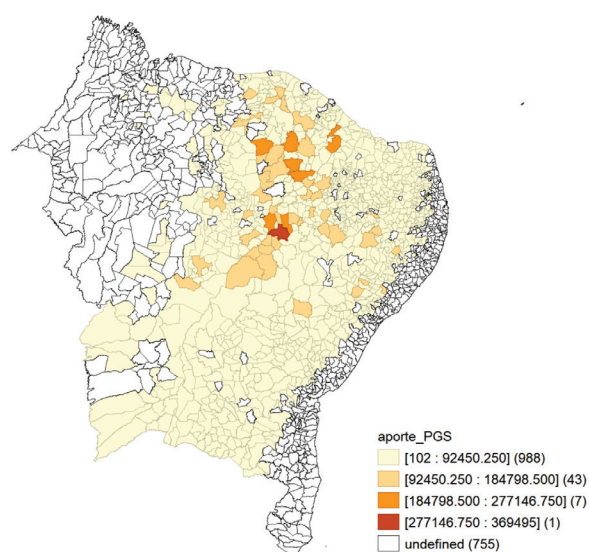
No que diz respeito ao VAB agropecuário, os municípios de Santo Antônio dos Milagres, no Piauí, e Formosa do Rio Preto, na Bahia, respectivamente, apresentam os menores e maiores da riqueza gerada. Apesar de sobressair à participação da agropecuária na economia dos municípios nordestinos em 2019, o setor industrial, na média, ainda é quase 2,5 vezes menor do que o VAB de serviços. Destacam-se o município de João Dias, no Rio Grande do Norte, com o menor VAB industrial e, no outro extremo, Maracanaú, localizado na região metropolitana de Fortaleza no Ceará, com 2 bilhões em valor adicionado no setor industrial.

O que se observa é que, mesmo desconsiderando as capitais, o valor adicionado pelo setor de serviços é superior à agropecuária e à indústria. Esse comportamento da economia nordestina, sobretudo na região semiárida, já foi verificado em alguns estudos, como Araújo e Lima (2009) e Macedo e Silva (2019). Essas pesquisas enfatizam que o peso maior da economia do semiárido nordestino é proveniente dos setores de serviços e administração pública. Por essa razão, alguns autores têm denominado pejorativamente de “economia sem produção”.

Em relação aos aportes do PGS, o valor médio recebido pelos municípios aderentes ao programa no Nordeste, em 2019, foi superior a 30 mil reais. Identifica-se também o município de Lagarto, em Sergipe, com menor valor (R\$ 102,00), e o município de Ouricuri, em Pernambuco, que recebeu o maior montante (R\$ 369.495,00). No biênio 2016-2017, o estudo de Santana e Santos (2019) mostra também que o município de Ouricuri foi o que recebeu maior montante do PGS.

A Figura 3 apresenta a distribuição dos aportes do PGS nos municípios nordestinos em 2019. Pode-se constatar que a maior parcela dos municípios, cerca de 998, ou seja, 95% da amostra, apresentam volume de recurso inferior a 92.450 reais. Já que o PGS beneficia o pequeno agricultor em casos de adversidades climáticas (Victoria *et al.*, 2019). Essa cifra sinaliza que a aderência do seguro por parte dos agricultores ainda é baixa. Todavia, cabe salientar que a maior aderência ao programa, traduzida pelo maior volume de recursos aportados, pode indicar fragilidade da produção, sobretudo, em decorrência de intempéries climáticas, assim como baixa renda do agricultor familiar. Tal percepção é corroborada pelo estudo de Sarmiento *et al.* (2016).

Figura 3 – Distribuição espacial dos aportes dos municípios nordestinos aderentes ao PGS em 2019



Fonte: Elaborado pelos autores com base em MAPA (2022).

Espacialmente, a Figura 3 também permite inferir que os municípios que formaram aportes do PGS em 2019 estão concentrados no interior do Nordeste. Esse padrão espacial também é observado no estudo de Santana e Santos (2019), para os municípios nordestinos aderentes ao PGS no biênio 2016-2017. Conforme esses autores, a distribuição está concentrada na sub-região Sertão Nordestino e, além disso, abrange o território do bioma Caatinga.

A partir da matriz de correlação, conforme Tabela 3, constata-se que todas as relações entre as variáveis são positivas. Especificamente, para as relações entre os aportes do PGS e os VABs, observa-se que o maior coeficiente de correlação ocorre entre o aporte e o VAB agropecuário, seguido pelo VAB total, de serviços e industrial, nessa ordem. Ademais, ressalta-se a ausência de significância estatística no coeficiente de correlação do PGS com o VAB industrial.

Tabela 3 – Matriz de correlação entre os aportes do PGS e os VABs setoriais dos municípios nordestinos aderentes ao PGS em 2019

	<i>VAB_tot</i>	<i>VAB_agro</i>	<i>VAB_serv</i>	<i>VAB_ind</i>	<i>aporte_PGS</i>
<i>VAB_tot</i>	1,0000				
<i>VAB_agro</i>	0,3725***	1,0000			
<i>VAB_serv</i>	0,9772***	0,2907***	1,0000		
<i>VAB_ind</i>	0,8451***	0,1745***	0,7470***	1,0000	
<i>aporte_PGS</i>	0,1263***	0,1548***	0,0999***	0,0412	1,0000

Fonte: Elaborado pelos autores com base em IBGE (2022) e MAPA (2022).

Nota: *** $p < 0,01$ indicam significância estatística a 1%.

Logo, pode-se inferir que existe relação linear estatisticamente significativa entre o aporte do PGS e o VAB agropecuário (de igual forma, para o VAB total e de serviços). Embora se identifique um relacionamento linear entre as variáveis supracitadas, a mensuração dos efeitos do PGS nos VABs requer análises de regressão (Zou *et al.*, 2003; Pal; Bharati, 2019).

Com esse intuito, as estimações dos efeitos dos aportes do PGS no VAB total e setorial (agropecuário, serviço e industrial) para os municípios nordestinos são apresentadas na Tabela 4. Assim, em consonância com os procedimentos metodológicos, além das regressões quantílicas (para os quantis 10, 25, 50, 75 e 90), estimou-se também o modelo de Regressão Linear Simples (RLS) e o teste de Wald, para averiguar a hipótese nula de que as estimações entre os quantis não diferem estatisticamente.

Dessa forma, para ambos os modelos estimados, observa-se que há efeito positivo e significativo dos aportes do PGS no VAB total para os municípios nordestinos considerados neste estudo, no ano de 2019. No modelo de RLS, o aumento de 1% no volume de recursos do PGS aumenta o VAB total em 0,3119%. Por outro lado, rejeita-se a hipótese nula que os efeitos do PGS no VAB total sejam idênticos no quantis estimados na RQ. Assim, com 1% de significância, há um incremento de 0,4269%, 0,4573%, 0,3969%, 0,3028% e 0,1993% no VAB total dos municípios aderentes do PGS em 2019 nos quantis 10, 25, 50, 75 e 90, respectivamente, quando o aporte do PGS aumenta em 1%.

Tabela 4 – Efeitos dos aportes do PGS nos VABs dos municípios nordestinos aderentes ao PGS em 2019

Variável explicativa		Variável dependente			
		$\ln(VAB_tot)$	$\ln(VAB_agro)$	$\ln(VAB_serv)$	$\ln(VAB_ind)$
RLS	$\ln(aporte_PGS)$	0,3119*** (0,0325)	0,3500*** (0,0361)	0,3734*** (0,0392)	0,2843*** (0,0488)
	R^2	0,0818	0,0830	0,0803	0,0317
q10	$\ln(aporte_PGS)$	0,4269*** (0,0512)	0,5858*** (0,0626)	0,4481*** (0,0658)	0,3538*** (0,0628)
	Pseudo R^2	0,0760	0,0920	0,0543	0,0379
q25	$\ln(aporte_PGS)$	0,4573*** (0,0437)	0,5178*** (0,0539)	0,5220*** (0,0514)	0,4179*** (0,0464)
	Pseudo R^2	0,0797	0,0769	0,0728	0,0465
q50	$\ln(aporte_PGS)$	0,3969*** (0,0363)	0,4649*** (0,0642)	0,4415*** (0,0554)	0,3367*** (0,0559)
	Pseudo R^2	0,0702	0,0487	0,0640	0,0289
q75	$\ln(aporte_PGS)$	0,3028*** (0,0465)	0,3030*** (0,0365)	0,3617*** (0,0565)	0,2982*** (0,0813)
	Pseudo R^2	0,0413	0,0420	0,0393	0,0146
q90	$\ln(aporte_PGS)$	0,1993** (0,0775)	0,2449*** (0,0659)	0,2596*** (0,0653)	0,1881 (0,1375)
	Pseudo R^2	0,0142	0,0195	0,0203	0,0047
Teste de Wald		2,76	6,03	2,87	1,33
Prob > F		0,0265**	0,0001***	0,0223**	0,2551
N		1039	1039	1039	1039

Fonte: Elaborado pelos autores com base em IBGE (2022) e MAPA (2022).

Notas: (1) erros-padrão *bootstrap* entre parênteses; (2) * $p < 0,1$, ** $p < 0,05$ e *** $p < 0,01$ indicam, respectivamente, significância estatística a 10%, 5% e 1%.

Com exceção do quantil 25, observa-se que o impacto do PGS tende a diminuir nos municípios com maior economia (medido pelo VAB total). Com efeito, constata-se que o recurso do programa tende a alimentar o mercado dos pequenos municípios nordestinos. Essa inferência encontra respaldo na pesquisa de Arruda (2020), ao salientar que os impactos econômicos do programa na vida dos agricultores familiares pobres podem ser observados empiricamente na realidade nordestina, uma vez que o recurso financeiro entra na economia local e alimenta os mercados regionais. Assim, não diferente de outras políticas, como foi observado para o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) por Gresele *et al.* (2021), o PGS tende a contribuir com o crescimento econômico regional.

O efeito do PGS no VAB agropecuário dos municípios nordestinos em 2019 é positivo e significativo a 1%. Ou seja, infere-se que, quando a formação de aporte aumenta, o VAB do setor agropecuário tende a aumentar. A esse respeito, a RLS mostra que dado um aumento de 1% no aporte do PGS, o VAB agropecuário é incrementado em 0,35%. Todavia, o teste de Wald, com estatística inferior a 1%, mostra que o efeito dos aportes do PGS no VAB agropecuário não é o mesmo para todos os municípios, ou seja, o resultado baseado no modelo de Regressão Linear Simples pode não ser adequado. Assim, procede-se a interpretação da RQ.

Nesse sentido, com estatística de 1% de significância, um aumento de 1% nos recursos aportados incrementa o VAB agropecuário em 0,5858%, 0,5178%, 0,4649%, 0,3030% e 0,2449%, nos quantis 10, 25, 50, 75 e 90, respectivamente. Verifica-se, portanto, que os impactos do PGS são

maiores nos municípios nordestinos com menores VABs agropecuários. Essa inferência foi constatada por Marioni *et al.* (2016), considerando os efeitos dos recursos do Pronaf no PIB agropecuário dos municípios brasileiros.

Como evidenciado por Arruda (2020), os municípios menores são, em maioria, a base da economia agrícola e, assim, municípios pequenos tendem a ter maior impacto do PGS, sobretudo, por depender do setor agrícola. Em tais municípios, o efeito do VAB agropecuário tende ser maior nesse tipo economia, pois apresentam maior número de agricultores. Ressalta-se que, na literatura, especialmente para o Ceará, estudos como Rocha (2013) e Silva *et al.* (2021) têm mostrado correlação positiva entre a produção agrícola (produção de lavouras temporária) e os aportes do PGS. Essas evidências, portanto, sinalizam que os municípios com maior produção relativa de grãos recebem mais recursos do programa, sendo que a agricultura é mais praticada nos menores municípios.

Os aportes do PGS também afetam de forma positiva e significativa o VAB de serviços dos municípios nordestinos em 2019. Com 1% de significância estatística, o modelo RLS permite inferir que um acréscimo de 1% no aporte do PGS aumenta o VAB de serviços em 0,3734%. Ademais, com 5% de significância, rejeita-se a hipótese nula que o efeito do PGS no valor adicionado do setor de serviços não difere entre os quantis estimados. Particularmente, o efeito do aporte do PGS cresce de 0,4481% no VAB, para um aumento de 1% no volume aportado no quantil 10, para um impacto de 0,5220% no quantil 25, dado o mesmo aumento percentual na variável independente. No quantis seguintes da distribuição, porém, o efeito do PGS tende a ser menor nos municípios com maiores VABs de serviços.

Já para o setor industrial, observa-se que os coeficientes dos modelos (RLS e RQ) são menores do que as regressões para os demais VABs. Essa inferência sinaliza que os aportes do PGS apresentam baixo efeito no setor industrial dos municípios nordestinos em 2019. Nesse sentido, para o modelo de Regressão Linear Simples, com 1% de significância, o VAB industrial cresce em 0,2843%, dado um acréscimo de 1% no valor aportado pelo PGS. Para a Regressão Quantílica, verifica-se significância estatísticas apenas para os quantis de 10 a 75, com efeito positivo do aporte do PGS no valor bruto industrial. Contudo, pela estatística de Wald, não se rejeita a hipótese nula que os efeitos do PGS são iguais entre os municípios nordestinos.

O efeito dos aportes do PGS nos setores de serviço e industrial pode ser um reflexo de que a renda transferida por essa política tenha impactos significativos nos setores econômicos, repercutindo na melhoria de vida dos beneficiários. Essa constatação é observada em outras políticas públicas, como o Pronaf (Marioni *et al.*, 2016), Bolsa Família (Herminio *et al.*, 2019) e o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) (Teixeira *et al.*, 2020). No setor de serviços, os efeitos financeiros do PGS tendem a ser maiores, haja vista que em relação à indústria, esse setor é mais dinâmico.

Em todos os casos, constata-se que o PGS, através dos seus recursos, contribui com as condições de vida dos beneficiários e dos não participantes. A esse respeito, Barbosa e Soares (2019) apontaram que, no Ceará, o programa é capaz de reduzir as taxas de insegurança alimentar, bem como os agricultores não participantes, mas que pertencem ao município com o pagamento do sinistro, por efeito transbordamento, passam a se beneficiar dessa política com o decorrer do tempo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A agricultura familiar é uma atividade importante para a economia, com geração de renda, bem-estar e desenvolvimento local. Diante dessa importância e dadas a ação das intempéries climáticas nessa atividade econômica, comuns na região do Nordeste, têm-se instituídos políticas, como o Programa Garantia Safra (PGS). Esse programa visa oferecer aos agricultores familiares um seguro que permite suprir a vulnerabilidade socioeconômica diante da perda da safra por escassez ou excesso de chuvas. A transferência dessa renda para o agricultor gera repercussões sobre os setores econômicos regionais.

Nesse contexto, o objetivo geral deste artigo consistiu em analisar os efeitos do volume de recursos aportados pelo PGS na composição do PIB dos municípios nordestinos em 2019. As análises foram realizadas com auxílio dos modelos de Regressão Linear Simples (RLS) e Regressão Quantílica (RQ) para mensurar o efeito dos aportes do PGS no Valor Adicionado Bruto (VAB) total e setorial (agropecuário, serviços e indústria) de 1039 municípios nordestinos em 2019.

Os resultados mostraram que, em ambos os modelos estimados (RLS e RQ), os efeitos dos aportes do PGS são significantes e afetam de forma positiva os VAB total e setorial. Em especial, constatou-se que os impactos do PGS são maiores nos municípios nordestinos com menores VABs agropecuários, observando os quantis da RQ. Para o VAB total, de serviços e industrial, os efeitos do PGS tendem a ser menores a partir do quantil 25, sinalizando que o recurso financeiro é pouco representativo nos municípios de maiores dimensões econômicas, em termos dos grandes setores do PIB. Além disso, os efeitos foram menores no VAB industrial. Assim, pode-se concluir que a renda transferida pelo PGS repercute na economia dos municípios nordestinos com importantes efeitos sobre os setores econômicos.

Vale ressaltar que estudos que incluam outras variáveis, como a taxa de insegurança alimentar dos beneficiários do PGS e vulnerabilidade social e econômica, podem contribuir para a expansão das discussões na temática em estudo. Além disso, endossa-se a importância de pesquisas voltadas para analisar a distribuição espacial dos beneficiários e a relação com as desigualdades regionais e fatores ambientais que contribuem para a ocorrência de intempéries climáticas.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, L. A.; LIMA, J. P. R. Transferências de renda e empregos públicos na economia sem produção do semiárido nordestino. **Planejamento e Políticas Públicas**, n. 33, p. 47-77, jul./dez. 2009.
- ARRUDA, M. P. G. **Entre o alívio à pobreza e o desenvolvimento rural: ideias e paradigmas do Programa Garantia Safra**. 139 p. 2020. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Rural) – Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2020.
- BARBOSA, W. F.; SOARES, R. B. Intempérie climática e política de proteção social: uma avaliação do Programa Garantia Safra no combate à insegurança alimentar. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 47., 2019. São Paulo. **Anais...** São Paulo: ANPEC, 2019.
- BERTOLINI, M. M.; PAULA FILHO, P. L.; MENDONÇA, S. N. T. G. A importância da agricultura familiar na atualidade. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA AGROINDÚSTRIA, 1., 2020. Recife. **Anais...** Recife: Instituto IDV, 2020.
- BUENO, L. R.; OLIVEIRA, R. A. Impacto socioeconômico do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar – Pronaf no estado do Paraná (2000-2006). **Informe Gepec**, Toledo, v. 19, n. 1, p. 20-37, jan./ jun., 2015.
- CASTRO, C. N.; PEREIRA, C. N. **Agricultura familiar, assistência técnica e extensão rural e a política nacional de ATER**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Brasília, DF. Rio de Janeiro: Ipea, 2017.
- CASTRO, C. N. **A agricultura no nordeste brasileiro: oportunidades e limitações ao desenvolvimento**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Brasília, DF. Rio de Janeiro: Ipea, 2012.
- COSTA, C. C. M. *et al.* Fatores associados à eficiência na alocação de recursos públicos à luz do modelo de regressão quantílica. **Revista de Administração Pública**, v. 49, p. 1319-1347, 2015.

- DELGADO, G. C.; BERGAMASCO, S. M. P. P. (orgs.) **Agricultura familiar brasileira: desafios e perspectivas de futuro**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2017.
- DIAS, T. F.; ROCHA, L. A. O Programa de Aquisição de Alimentos da Agricultura Familiar (PAA) e seus efeitos nos municípios do Rio Grande do Norte - 2005 a 2011. **Administração Pública e Gestão Social**, Viçosa, v. 7, n. 1, p. 16-25, 2015.
- EBERLY, L. E. Correlation and simple linear regression. **Topics in Biostatistics**, p. 143-164, 2007.
- FERREIRA, V. S.; JALES, J. V.; PESSOA, L. M. F.; MAYORGA, M. I. O. Análise da importância do Projeto Garantia-Safra na produção de grãos: o caso do Ceará. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 44., 2006. Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SOBER, 2006.
- GRESELE, W. D.; BRUN, J. R.; WALTER, S. A. Impacto do Pronaf no crescimento econômico dos municípios paraenses no período de 2012 a 2016. **Revista Gestão e Desenvolvimento**, v. 18, n. 3, p. 212-236, 2021.
- HAO, L.; NAIMAN, D. Q. Quantile regression. **Sage Publications**, 2007. 137 p.
- HERMINIO, J. F. *et al.* A relação entre cidades pequenas e médias do Norte e Nordeste brasileiro: uma análise dos efeitos spillovers da renda do Programa Bolsa Família. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 50, n. 2, p. 115-132, 2019.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Áreas Territoriais. 2021a. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15761-areas-dos-municipios.html?=&t=acesso-ao-produto>. Acesso em: 10 jul. 2022.
- _____. Produto Interno Bruto dos Municípios 2019. **Contas Regionais**, n. 86, 2021b. Disponível em: <https://static.poder360.com.br/2021/12/ibge-PIB-munici%C3%A7%C3%B5es-2019.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2022.
- _____. Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA). **PIB Municipal 2019**. 2022. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pib-munic>. Acesso em: 10 jul. 2022.
- KOENKER, R.; BASSETT JR, G. Regression quantiles. **Econometrica: Journal of the Econometric Society**, v. 46, n. 1, p. 33-50, 1978.
- KOENKER, R.; HALLOCK, K. F. Quantile regression. **Journal of Economic Perspectives**, v. 15, n. 4, p. 143-156, 2001.
- LUCENA, M. A.; SOUSA, Y. E. L.; SOUSA, E. P. Determinantes dos aportes do Programa Garantia Safra nos municípios cearenses – 2016-2019. **Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento**, Curitiba, v. 11, n. 4, p. 946-969, Edição Especial, dez. 2022a.
- LUCENA, M. A.; SOUSA, Y. E. L.; SOUSA, E. P. Efeitos do Programa de Aquisição de Alimentos no PIB no Maranhão no período de 2010 a 2018. **Geosul**, Florianópolis, v. 37, n. 84, p. 153-175, 2022b.
- MACEDO, F. C.; SILVA, J. R. O Semiárido nordestino e o FNE. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE DESENVOLVIMENTO REGIONAL, 10., 2019. Santa Cruz do Sul. **Anais...** Santa Cruz do Sul: UNISC, 2019.
- MARIONI, L. S. *et al.* Uma Aplicação de Regressão Quantílica para Dados em Painel do PIB e do PRONAF. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, v. 54, p. 221-242, 2016.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Garantia Safra**. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/agricultura-familiar/garantia-safra>. Acesso em: 10 jul. 2022.

NASCIMENTO, A. C. C. *et al.* Eficiência técnica da atividade leiteira em Minas Gerais: uma aplicação de regressão quantílica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, p. 783-789, 2012.

NEGRÃO, M. P.; THÉRY, H. Dinamismo e desigualdades brasileiras: população (2021) e valor adicionado (2019). **Confinis**: Revue Franco-Brésilienne de Géographie, n. 54, 2022. <https://doi.org/10.4000/confinis.44290>

OLIVEIRA, K. C. S.; PINHEIRO, L. I. F.; FERRAZ, M. I. F. Políticas públicas e desenvolvimento rural: análise dos impactos do PRONAF na Bahia. **Revista de Desenvolvimento Econômico**, Salvador, v. 3, n. 50, p. 363-393, 2021.

PAL, M.; BHARATI, P. Introduction to correlation and linear regression analysis. In: **Applications of Regression Techniques**. Springer, Singapore, 2019. p. 1-18.

ROCHA, J. P. V. Programa Garantia-Safra: estudo da relação entre o volume de recursos aportados e a produção de grãos no estado do Ceará (2009-2011). 2013. 95p. Dissertação (Mestrado de Economia em Finanças e Seguros) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.

RODRIGUES, G. M. O Pronaf na Zona da Mata Mineira: efeitos nos PIBs total e setorial dos municípios. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, v. 57, n. 1, p. 29-48, 2019.

SANTANA, A. S.; SANTOS, G. R. Avaliação das políticas de mitigação de riscos da agricultura nordestina. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 102-114, 2019.

SARMENTO, C.; GUIMARÃES, D.; CASTRO FILHO, E. Evolução do Programa Garantia Safra no estado da Bahia e no território de identidade Sudoeste Baiano. **Enciclopédia Biosfera**, v. 13, n. 23, 2016.

SILVA, S. P.; ALVES FILHO, E. Impactos econômicos do Pronaf em Territórios Rurais: um estudo para o Médio Jequitinhonha - MG. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 40, n. 3, p. 481-498, 2009.

SILVA, V. C.; SOUSA, Y. E. L.; SOUSA, E. P. Efetividade do Programa Garantia Safra nos municípios cearenses. **Revista Eletrônica Documento Monumento**, Mato Grosso do Sul, v. 31, n. 1, p. 111-127, dez. 2021.

SOUZA, S. F. *et al.* Impactos do Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) no Estado da Paraíba, Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 43, Especial 1, p. 95-105, 2020.

STAFFA, S. J.; KOHANE, D. S.; ZURAKOWSKI, D. Quantile regression and its applications: a primer for anesthesiologists. **Anesthesia & Analgesia**, v. 128, n. 4, p. 820-830, 2019.

SU, X.; YAN, X.; TSAI, C-L. Linear regression. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics**, v. 4, n. 3, p. 275-294, 2012.

TEIXEIRA, D. M. *et al.* Impactos do PNAE para o empreendedor familiar rural brasileiro. **Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo**, v. 5, especial, p. 109-132, ago. 2020.

TWOMEY, P. J.; KROLL, M. H. How to use linear regression and correlation in quantitative method comparison studies. **International Journal of Clinical Practice**, v. 62, n. 4, p. 529-538, 2008.

VICTORIA, D. C.; DE OLIVEIRA, A. F.; CUADRA, S. V. Relação entre acionamentos do Garantia-Safra, precipitação e índices de vegetação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 21., 2019. Catação. **Anais...** Catalão: SBAGRO, 2019.

YOUNG, T. M. *et al.* A comparison of multiple linear regression and quantile regression for modeling the internal bond of medium density fiber-board. **Forest Products Journal**, v. 58, n. 4, p. 39, 2008.

ZOU, K. H.; TUNCALI, K.; SILVERMAN, S. G. Correlation and simple linear regression. **Radiology**, v. 227, n. 3, p. 617-628, 2003.

DESIGUALDADE DE OPORTUNIDADE NO ACESSO AO ENSINO SUPERIOR NOS MEIOS URBANO E RURAL DAS REGIÕES BRASILEIRAS

Inequality of opportunity in access to higher education in urban and rural environments of brazilian regions

Francisco José Silva Tabosa

Economista. Doutor em Economia. Professor da Universidade Federal do Ceará. Rua Campus do Pici s/n, Campus do Pici, Bloco 826. Departamento de Economia Agrícola. Fortaleza- Ceará, Brasil. CEP 60440-554. franzetabosa@ufc.br

Helson Gomes de Sousa

Economista. Doutor em Economia. Professor da Universidade Regional do Cariri, Campus Pimenta, rua Coronel Antonio Luiz, 1161, Crato-CE. helson.gomes@urca.br

Nicole Sarah Carvalho Ponte Moura

Engenheira Agrônoma. Mestre em Economia Rural. nicolle.ncsp@hotmail.com

Francisca Ingrid Gouveia Ferreira

Engenheira Agrônoma. Doutoranda em Economia Rural. Campus do Pici, Bloco 826. Departamento de Economia Agrícola. Fortaleza- Ceará, Brasil. CEP 60440-554. Ingridgouve@gmail.com

Paulo Lucas da Rocha Aguiar

Engenheiro de pesca. Mestrando em Economia Rural. Rua Campus do Pici s/n – Campus do Pici, Bloco 826. Departamento de Economia Agrícola. Fortaleza- Ceará, Brasil. CEP 60440-554. p.rocha2299@gmail.com

Resumo: O presente trabalho objetiva mensurar a desigualdade de oportunidade no acesso ao ensino superior, considerando os meios urbano e rural das regiões brasileiras, buscando identificar quais são os principais fatores determinantes da desigualdade de oportunidade no acesso ao serviço estudado. Para tanto, utilizou-se um método probabilístico, a fim de se obter o índice de dissimilaridade da desigualdade de oportunidade, e efetuou-se sua decomposição por meio do Valor-Shapley. Os resultados demonstraram que houve queda na desigualdade de oportunidade estudada durante o período analisado. Além disso, verificou-se que, com uma política pública a qual busque reduzir a desigualdade de oportunidade no acesso ao ensino superior brasileiro – seja ela aplicada no meio urbano, seja no rural –, pode-se obter melhores resultados se for fundamentada sobre o aumento dos níveis de escolaridade e de renda da família, além da inclusão do jovem com idade adequada no ensino superior.

Palavras-Chave: Desigualdade de oportunidade, Ensino superior, Educação.

Abstract: The present study aims to measure the inequality of opportunity there is no access to higher education considering the urban and rural environments of the Brazilian regions, seeking to identify how many are the main determinants of inequality of opportunity without access to the service studied. To do so, use a probabilistic method to obtain the dissimilarity index of the inequality of opportunity, and its decomposition was effected through the value-Shapley. The results showed that there was a decrease in the inequality of opportunity studied during the period analyzed. In addition, it was verified that a public policy that seeks to reduce inequality of achievement without access to Brazilian higher education, whether applied in urban or rural environments, obtains better results if for the one based on the increase of levels of family education and inclusion Of Youth with age, not higher education.

Keywords: Inequality of opportunity, Higher education; Education.



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

1 INTRODUÇÃO

O acesso ao ensino superior no Brasil foi ampliado no decorrer dos últimos anos. De acordo com o Ministério da Educação (MEC), em 2014, existiam 8.033.574 alunos matriculados em Instituições de Ensino Superior (IES). Esse valor representa um aumento de 6,73% em relação à quantidade de estudantes do nível superior no ano anterior. Em relação ao ano de 2013, o MEC indica que houve aumento 3,8% no número de inscritos nas IES se comparado a 2012, sendo que, desse total, 1,9% pertenciam à rede pública, e 4,5% eram alunos da rede privada.

O ensino superior no Brasil não possui as características de um bem público puro, visto que o acesso a esse serviço necessita de um fator de competição, deixando uma boa parte das pessoas fora desse processo. Tendo em vista esse contexto, Carvalho e Waltemberg (2015) determinam a existência de uma desigualdade nas oportunidades de acesso ao ensino superior, ocasionado pelo fornecimento ineficiente desse serviço e por um conjunto de características econômicas e sociais possuídas pelas pessoas.

Considerando os resultados encontrados por Corbucci (2014), a desigualdade de oportunidade pode proceder do aumento da demanda por vagas gerada pela quantidade crescente de estudantes que concluíram o nível médio nos últimos anos, provocando uma intensificação da concorrência em relação à entrada no ensino superior, principalmente no que diz respeito à rede pública de ensino.

Além disso, Barros (2015) demonstra que, apesar do crescimento no número de universidades e no montante de cursos oferecidos neste grau, existe grande diferença entre a quantidade de vagas oferecidas pelas IES e o número daquelas demandadas pelos estudantes brasileiros, de modo que essa demanda não atendida se exprime de maneira crescente no decorrer dos últimos anos. Gonzales (2016) considera que uma série de circunstâncias ligadas às características sociais e econômicas, as quais se manifestam de variados modos, a depender da situação censitária da pessoa, atuam como determinantes na desigualdade de oportunidade ligada à educação.

Com isso, considera-se, neste estudo, a hipótese de que os residentes no meio rural das regiões brasileiras estão inseridos em uma realidade de maiores desigualdades nas oportunidades de acesso ao ensino superior, se comparados com os residentes do meio urbano; além de que existem diferenças entre os níveis de desigualdade de oportunidade no acesso ao ensino superior a depender da idade.

Tendo em vista essas considerações, questiona-se sobre o quão desiguais são as oportunidades de acesso ao ensino superior no Brasil. Nesse sentido, este estudo objetiva mensurar a desigualdade de oportunidade no acesso ao ensino superior, levando-se em conta os meios urbano e rural das regiões brasileiras. Além disso, este experimento busca identificar quais são os principais fatores determinantes da desigualdade de oportunidade no acesso ao serviço estudado.

Para tanto, o estudo sob relato é subdividido em cinco seções: a primeira, aqui descrita, referente à parte introdutória da pesquisa; a segunda, que se segue, engloba o embasamento teórico e literário sob o qual o trabalho é fundamentado; a terceira retrata o arcabouço metodológico utilizado; na quarta, estão esboçados os resultados e as discussões constituídas com estudos sobre o tema estudado; e a quinta e última seção, com referência às conclusões.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Nesta seção, serão demonstradas as principais conclusões sobre as características do ensino superior brasileiro dispostas na literatura. Além disso, mostrar-se-á o arcabouço teórico acerca da desigualdade de oportunidades na educação sobre o qual esta investigação se fundamenta.

2.1 O ensino superior no Brasil

O acesso ao ensino superior em um país com características de subdesenvolvimento é definido, na maioria das vezes, por critérios providos dos determinantes socioeconômicos da população. Além disso, uma vez que a pessoa obteve acesso a esse serviço, a permanência nele demanda a posse de um conjunto de pressupostos. Fatores como a renda, a necessidade de alocação do tempo com trabalho, bem como a localização geográfica atuam como determinantes no ingresso ao ensino superior, assim como na possibilidade de permanência nesse estágio educacional (Zago, 2006).

Na visão de Corbucci (2014), a educação superior no Brasil impõe aos jovens brasileiros uma realidade de acesso restrito, que exclui determinada fração dos candidatos do seu acesso. O mencionado autor ainda destaca o fato de que, dentre as principais causas da restrição no acesso ao ensino superior, estão o recente crescimento da demanda, o acirramento da concorrência pelas vagas e a ineficiência do expansionismo desse setor no país.

Outro fator determinante na exclusão dos jovens brasileiros do ensino superior é o componente socioeconômico de sujeição da pessoa. Barros (2015) assinala que as características sociais e econômicas interferem na condição ocupacional dos jovens, fazendo muitas vezes com que ele esteja impossibilitado de alocar o tempo necessário aos estudos. Assim, Barros (2015) destaca que o acesso ao ensino superior está ligado a condições de acesso à educação, ao emprego, à renda, bem como a bens e serviços básicos.

Apesar da expansão numérica recente das IES, o acesso ao ensino superior no Brasil ainda se caracteriza por ser um serviço excludente. Estudos como os elaborados por Corbucci (2014) e Barros (2015) mostram que essa expansão física da quantidade de IES deu-se, em sua maioria, no setor privado, de modo que esse setor exprime barreiras à entrada de caráter financeiro. Sendo assim, a expansão das vagas no ensino superior brasileiro, de certo modo, excluiu os mais pobres.

Barros (2015) destaca a existência de uma disparidade entre oferta e demanda de vagas no ensino superior brasileiro. Para a autora, nos últimos anos, a procura por vagas no ensino superior supera a oferta em um elevado patamar, de maneira que, embora tenha ocorrido uma elevação na quantidade de matrículas, a demanda não atendida no setor ainda é muito elevada.

Braga *et al.* (2001) indicam que a elevação dessa demanda por vagas no ensino superior é advinda, em grande parte, do crescente número de concluintes no ensino médio, entretanto, os autores ressaltam também maior procura por especialização profissional em decorrência das exigências e da modernização do mercado de trabalho.

Considerando as pessoas com idade adequada referente ao acesso ao ensino superior, Courbucci (2014) demonstra em seu estudo sobre as características da educação superior no Brasil que, no final dos anos 2000, se comparado com o início desse período, as taxas de acesso à educação superior cresceram nas cinco regiões brasileiras. Ainda no estudo de Courbucci (2014), é demonstrado que as maiores taxas de acesso ao ensino superior estão nas regiões Sul e Sudeste, enquanto as regiões Norte e Nordeste concentram os menores percentuais no ingresso ao referido nível educacional.

Mancebo *et al.* (2015) consideram a educação como um meio primordial para a redução das desigualdades no contexto socioeconômico brasileiro. No âmbito da educação superior, o referido estudo destaca a implementação de medidas, com vistas à ampliação do sistema de ensino superior brasileiro nos últimos anos; entretanto, Barros (2015) e Mancebo *et al.* (2015) contestam a eficiência desse conjunto de meios, ao levarem em consideração um respectivo aumento na demanda por vagas nessa categoria de ensino.

A expansão recente do sistema privado de ensino superior é citada nos estudos de Courbucci (2014), Barros (2015) e Mancebo *et al.*, (2015) como um mecanismo utilizado para suprir a necessidade de vagas nessa categoria de ensino. Haja vista a crescente quantidade de vagas ociosas nesse setor, o estudo de Amaral (2016) questiona a eficácia dessa medida no longo prazo, afirmando

que há indícios de que a população brasileira está atingindo um limite no qual não é mais possível às famílias financiarem a educação superior para os seus jovens. Nesse sentido, torna-se necessária uma reformulação das medidas ligadas à expansão desse sistema, em razão das necessidades das famílias e suas respectivas características socioeconômicas.

2.2 Desigualdade de oportunidade na educação

A desigualdade de oportunidade na educação é um tema que vem sendo amplamente discutido na literatura dedicada à aplicação e avaliação de políticas públicas, sendo abordada nos estudos de Barros *et al.* (2008a), Ferreira e Gignoux (2011), Carvalho e Waltemberg (2015) e Gonzalez (2016).

Isfahani *et al.* (2013) indica que a desigualdade de oportunidades na educação pode provir de um conjunto de características socioeconômicas inseridas no âmbito de vivência da pessoa. Em efeito, o trabalho aponta que esses fatores podem levar os sujeitos a demonstrarem distintos níveis de desempenho escolar, interferindo nas condições de ingresso em níveis de ensino mais elevados.

A desigualdade de oportunidades é abordada também no trabalho desenvolvido por Brunori *et al.* (2013), no qual os autores mensuram a desigualdade de oportunidade para os países latino-americanos, considerando vários setores, dentre os quais a educação, fazendo uma comparação entre países e entre variados tipos de desigualdade. Considerando ainda os resultados obtidos por Brunori *et al.* (2013), e observando a desigualdade de oportunidades voltada para a educação, verifica-se que o Brasil está em uma situação de valores médios em relação aos outros países, porém, com um elevado de desigualdade nas oportunidades referentes ao serviço descrito.

Gonzales (2016) mensura a desigualdade de oportunidade na educação, considerando as áreas urbanas e rurais da Colômbia. Utilizando as mesmas variáveis circunstanciais para mensurar o fenômeno descrito, o autor conclui que residentes no meio rural são detentores de menor probabilidade de acesso aos serviços do sistema educacional. Como consequência, e ainda considerando o estudo de Gonzales (2016), comprovou-se que os residentes do meio urbano estão inseridos em uma realidade de menor desigualdade de oportunidade no acesso à educação do que aqueles residentes em áreas rurais.

Checchi e Peragine (2009) consideram que as desigualdades de oportunidade referentes às características educacionais se exprimem de maneiras diversas, a depender do sexo e da localização geográfica do residente. Assim, os autores descritos mensuram um índice de desigualdade de oportunidade e efetuam uma decomposição, considerando o sexo e a região em que vive a pessoa.

É fato que a desigualdade de oportunidades voltadas para o acesso ao ensino superior depende das circunstâncias relacionadas à qualidade da educação recebida nos níveis educacionais anteriores. Nesse sentido, Diaz (2012) mensura a desigualdade de oportunidade no desempenho dos alunos das instituições públicas e privadas em relação ao ensino médio. No referido ensaio, foram constatados os maiores níveis de desigualdade ligados ao ensino das disciplinas Matemática e Língua Portuguesa.

Carvalho e Waltemberg (2015) medem a desigualdade de oportunidades no ensino superior brasileiro considerando as IES públicas e privadas, fazendo um comparativo entre os anos de 2003 e 2013. O mencionado trabalho demonstra que houve expansão na oferta do ensino superior no Brasil no período determinado, incidindo diretamente sobre a desigualdade de oportunidade no acesso ao referido serviço. Além disso, Carvalho e Waltemberg (2015) demonstram que a desigualdade de oportunidade no acesso ao ensino superior brasileiro varia em decorrência de um conjunto de variáveis-circunstâncias, como sexo, escolaridade do chefe da família, cor, renda e localização geográfica.

Barros *et al.* (2008B) avaliam a desigualdade de oportunidades referente ao acesso à educação, considerando cinco países da América Latina; Argentina, Brasil, Chile, Mexico e Peru. Nesse estudo, é destacado o fato de que a desigualdade de oportunidades no acesso à educação é dada por

circunstâncias como sexo, nível de educação dos pais, condição de ocupação dos pais e localização geográfica das instituições de ensino. Ainda considerando o estudo formulado por Barros *et al.* (2008b), é constatado que, dentre as circunstâncias descritas, a educação dos pais é o fator de maior contribuição para a desigualdade de oportunidade educacional no Brasil.

Em um estudo sobre a desigualdade de oportunidade nos anos iniciais da educação no Brasil, Foguel e Veloso (2013) demonstram, por meio dos dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), que os alunos estão inseridos em uma desigualdade de oportunidade no acesso à educação desde os primeiros anos de estudo. Por meio da mensuração do índice de dissimilaridade da desigualdade de oportunidade, o citado ensaio assegura que, dentre as faixas etárias que compõem o ensino pré-escolar, as crianças com quatro e cinco anos de idade exprimem os maiores níveis de desigualdade referentes a oportunidades de acesso à educação.

Gutiérrez e Tanaka (2008) analisam o efeito da desigualdade sobre a matrícula escolar nos países em desenvolvimento. Esse estudo destaca que a desigualdade socioeconômica, assim como a desigualdade de oportunidade inserida sobre o sistema educacional público, traz consequências que levam, muitas vezes, à migração do aluno da escola para o trabalho. Além disso, é destacado o fato de que, nos países em desenvolvimento, existe um nível limiar de desigualdade que acima dele já não há apoio para a educação pública.

3 METODOLOGIA

Nesta seção, serão dispostos os meios metodológicos utilizados para obter uma resposta ao problema de pesquisa aqui abordado. Além disso, serão demonstradas as características dos dados utilizados, assim como as suas fontes de obtenção.

3.1 Índice de dissimilaridade da desigualdade de oportunidade

Para responder à problemática descrita na seção introdutória, este experimento faz uso do método proposto por Barros *et al.* (2008a) e utilizado por Gonzalez (2016). Inicialmente, verifica-se o acesso à oportunidade estudada, considerando uma variável binária (I), a qual possui valor um, caso o indivíduo i tenha tido acesso ao ensino superior no período de referência, e zero caso contrário. Além disso, considera-se um vetor de variáveis-circunstâncias¹ $x_i = (x_{1i}, \dots, x_{ni})$ responsáveis por indicar os fatores de incidência sobre a desigualdade referente à variável I .

Dado essas informações, Barros *et al.* (2008A) apontam que são necessários três passos para que se possa indicar a desigualdade de oportunidade. Primeiramente, considera-se a razão:

$$D = \frac{E|P(I = 1|x) - P(I = 1)|}{2P(i = 1)} \quad (1)$$

Com efeito, $P = (I = 1) = E(P(I = 1|x))$. Assim, é possível reescrever D como:

$$D = \frac{E|P(I = 1|x) - E(P(I = 1|x))|}{2E(P(I = 1|x))} \quad (2)$$

Segundo Barros *et al.* (2008A), essa equação indica o papel das taxas de cobertura das informações contidas em $P(I = 1|x)$. As probabilidades condicionais podem ser obtidas por meio de

¹ As variáveis-circunstâncias utilizadas neste trabalho para mensurar a desigualdade de oportunidade relacionada ao tema em questão foram escolhidas com suporte em sua utilização em estudos anteriores, como nos trabalhos de Carvalho e Waltemberg (2015) e Gonzalez (2016).

um modelo Logit. Para tanto, o próximo passo descrito por Barros *et al.* (2008a) é ajustar D a uma equação de regressão logística, de modo que:

$$\ln \left(\frac{P(I = 1|x_1, \dots, x_n)}{1 - P(I = 1|x_1, \dots, x_n)} \right) = \sum_{k=1}^n h_k(x_k) \quad (3)$$

Em que x_k representa um vetor de variáveis com k dimensões de circunstâncias. A partir da definição do modelo de regressão logística, o segundo passo do processo indicado por de Barros *et al.* (2008A) é identificar cada probabilidade individual de acesso à oportunidade estudada. Com isso, para cada pessoa i calcula-se:

$$\hat{p}_i = \frac{\text{Exp}(\hat{\beta}_0 + \sum_{k=1}^n x_{ki}\hat{\beta}_k)}{1 + \text{Exp}(\hat{\beta}_0 + \sum_{k=1}^n x_{ki}\hat{\beta}_k)} \quad (4)$$

Em seguida, o terceiro passo é calcular:

$$\bar{P} = \sum_{i=1}^n w_i \hat{p}_i \quad \text{e} \quad \hat{D} = \frac{1}{2\bar{P}} \sum_{i=1}^n w_i |\hat{p}_i - \bar{P}| \quad (5)$$

Em que $w_i = 1/n$; $\hat{D}$ representa o índice de dissimilaridade da desigualdade de oportunidade; $\hat{p}_i$ é a probabilidade individual de acesso ao ensino superior; e $\bar{P}$ é a probabilidade condicional estimada.

O valor da dissimilaridade varia de zero a um, de maneira que, quanto mais próximo da unidade, maior será a desigualdade ao acesso ao ensino superior, indicando que uma maior quantidade de acessos deveria ser realocada para que se chegue à igualdade.

3.2 Decomposição da dissimilaridade por meio do Valor-Shapley

Gonzalez (2016) utiliza o Valor-Shapley para decompor o índice de dissimilaridade da desigualdade de oportunidade. Segundo o referido autor, o Valor-Shapley permite identificar quais circunstâncias se correlacionam em maior proporção com a desigualdade de oportunidade observada.

O valor da desigualdade de oportunidade pode variar de acordo com a inclusão de variáveis circunstâncias ao vetor x . Nesse sentido, a contribuição de cada circunstância é medida pela mudança média na desigualdade sobre todas as possíveis sequências de inclusão. Gonzalez (2016) indica que a alteração no índice de dissimilaridade quando a circunstância c é adicionada a um subconjunto M de circunstâncias é dado por:

$$\Delta D_c = \sum_{M \subset C \setminus \{c\}} \frac{|m|! (k - |m| - 1)!}{k!} [D(M \cup \{c\}) - D(M)] \quad (6)$$

Em que C representa um conjunto inteiro de k circunstâncias e M é um subconjunto de C que contém m circunstâncias, exceto c ; $D(M)$ representa o índice de dissimilaridade para o subconjunto, e $D(M \cup \{c\})$ é o índice obtido após a adição da circunstância c ao subconjunto M .

Sendo $D(k)$ o índice de dissimilaridade para o conjunto de circunstâncias k , a contribuição da circunstância k para $D(k)$ é definida por Gonzalez (2016) como:

$$S_c = \frac{\Delta D_c}{D(k)} \quad \text{com} \quad \sum_{i \in C} S_i = 1 \quad (7)$$

Esse procedimento permite que se tenha a decomposição aditiva do índice de dissimilaridade, que mede a contribuição de cada circunstância para a desigualdade de oportunidade no acesso ao ensino superior.

3.3 Base de dados

Os dados utilizados neste experimento foram extraídos da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), disponibilizada anualmente pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Utilizou-se a PNAD pelo fato de ser uma pesquisa de periodicidade anual e abrangência nacional, condizente com os aspectos territoriais e demográficos especificados nos objetivos deste trabalho. Os dados foram obtidos por meio das pesquisas disponibilizadas para os anos de 2005 e 2015. O ano de 2015 foi escolhido por indicar o período com dados mais recentes. Já o ano de 2005 foi escolhido por exprimir uma conjuntura política e econômica diferente do contexto de 2015. Além disso, a escolha do ano de 2005 deu-se em vista da utilização de um ano-base, considerando a variação temporal de uma década, para que se pudesse captar, de modo mais intenso, as modificações socioeconômicas formuladas no decorrer do tempo.

Para obter a variável binária que indica o acesso ao ensino superior, considerou-se como possíveis ingressantes aquelas pessoas com 12 ou mais anos de estudo, bem como as com idade superior a 17 e inferior a 29 anos. Esse procedimento busca indicar, como possuidor das condições de acesso ao ensino superior, pessoas com ensino médio completo (pelo menos 12 anos de estudo e/ou idade mínima de 17 anos) e pessoas com no máximo 29 anos. Ressalta-se que a idade máxima foi escolhida com base na Emenda à Constituição nº 42/2008, a qual institui que a idade máxima para que o brasileiro seja considerado como jovem é de 29 anos.

Levando-se em conta que a demanda individual pelo ingresso no ensino superior varia conforme a pessoa muda de idade, faz-se necessário saber em qual faixa etária a desigualdade de oportunidade se torna mais intensa. Para tanto, foram feitas três subdivisões na idade, sendo a primeira, referente àqueles aptos ao ingresso no ensino superior e de menos de 21 anos; a segunda representando os que têm idade de 22 a 25 anos; e a terceira referente à amostra com idade de 26 a 29 anos. A descrição das variáveis-circunstâncias utilizadas para obter o índice de dissimilaridade da desigualdade de oportunidade no acesso ao ensino superior está disposta no Quadro 1.

Quadro 1 – Descrição das variáveis-circunstâncias utilizadas

Variável	Descrição
Cor	<i>Dummy</i> = 1(um) se o indivíduo é declarado de cor branca / 0(zero) se for o contrário.
Sexo	<i>Dummy</i> = (1 se o indivíduo é do sexo masculino e zero caso contrário).
Esc_chefe	Anos de estudo do chefe da família.
Renda_chefe	Renda do chefe da família.
Prespais	<i>Dummy</i> = 1(um) se a mãe do indivíduo reside no domicílio / 0(zero), se for contrário.
Idade	Idade do indivíduo.

Fonte: Elaboração dos autores.

As estimativas são feitas para cada ano estudado, considerando as faixas etárias descritas, além de considerar os meios urbano e rural do Brasil e das cinco regiões brasileiras, de acordo com as determinações territoriais informadas pelo IBGE.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Buscando identificar os fatores determinantes do acesso ao ensino superior, estimou-se um modelo Logit em que a variável dependente informa se a pessoa ingressou ou não no ensino superior. Os efeitos marginais da estimação encontram-se demonstrados na Tabela 1².

No que diz respeito aos residentes no meio urbano do Brasil, verificou-se que o perfil das pessoas que possuem maiores chances de acesso ao ensino superior compreende os indivíduos brancos e do sexo feminino, que possuem chefes de família com maiores níveis de renda e de educação, que moram com os pais e possuem maiores níveis de idade.

Em relação à variável cor (ou raça), o sinal positivo obtido nas estimações referentes ao meio urbano indica que os declarados de cor branca possuem maiores probabilidades de obter acesso ao ensino superior. O valor dessa probabilidade varia de região para região, de maneira que o maior valor foi obtido para a região Sul, em 2005, enquanto o menor valor foi encontrado na região Centro-Oeste, no ano de 2015.

O sinal negativo referente à variável sexo indica que o feminino exprime maiores chances de acessar o ensino superior. Em termos absolutos e considerando os demais fatores constantes, as mulheres residentes no meio urbano da região Sul detinham as maiores chances de ingresso no ensino superior em 2005. Já em 2015, essa característica foi observada para as mulheres residentes no meio urbano do Centro-Oeste. Cabe ressaltar que o estudo desenvolvido por Carvalho e Waltemberg (2015) também identificou o fato de que, quando se divide a população brasileira em grupos de sexo, as mulheres denotam maior probabilidade de acesso ao ensino superior.

Observa-se que as maiores probabilidades de acesso ao ensino superior advindas da escolaridade do chefe da família estão relacionadas aos que moravam no meio urbano das regiões Sudeste e Sudeste, em 2005 e 2015, respectivamente. Já em relação à renda do chefe da família, as estimações feitas para o meio urbano indicam que as maiores probabilidades de acesso ligadas a essa circunstância eram detidas pelos residentes na região Sul, em 2005.

Os resultados demonstram que a presença dos pais no domicílio interfere positivamente nas chances de acesso ao ensino superior dos jovens residentes no meio urbano das regiões brasileiras, de maneira que essa característica foi observada para os dois anos estudados. Considerando a perspectiva de Ciríaco *et al.* (2015), a influência da estrutura familiar gera fatores não observados nos lares que afetam o comportamento do jovem adulto, interferindo em suas decisões sobre trabalho e estudo. Em efeito, é possível afirmar que o resultado encontrado é explicado pela maior instabilidade econômica e pelo apoio familiar enfrentado pelos jovens residentes com os genitores.

Observa-se que os jovens residentes no meio urbano das regiões brasileiras necessitam de mais tempo para ingresso no ensino superior. O sinal positivo obtido com a variável idade indica que os mais velhos possuem maiores chances de obter acesso ao ensino superior, de modo que essa característica é expressa de maneira mais intensa na Região Sudeste, em 2005.

Nota-se que, no primeiro ano analisado, as chances de acesso ao ensino superior providas da cor, sexo, escolaridade do chefe da família e idade da pessoa se exprimem de maneira mais intensa para os que residiam no meio rural da Região Sul. Já em 2015, a região Sul manteve as maiores probabilidades de acesso relacionadas ao sexo, ao passo que as maiores chances de acesso ligadas à cor e à escolaridade do chefe da família foram obtidas pelos jovens residentes no meio rural da Região Sudeste.

2 Tendo em vista a sensibilidade dos procedimentos econométricos utilizados em relação à endogeneidade, buscou-se verificar o nível desse problema nas estimações feitas. Para tanto, testou-se a correlação dos resíduos em relação aos regressores e verificou-se a covariância entre erro e regressores. Contudo, verificou-se que a endogeneidade não apresenta elevados níveis, não comprometendo a qualidade dos resultados obtidos.

Tabela 1 – Efeitos marginais do modelo Logit para os meios urbano e rural das regiões brasileiras³

	2005	2015	2005	2015	2005	2015
	Brasil Urbano		Brasil Rural		Brasil (total)	
Cor	0,0618***	0,0308***	0,0455***	0,0338**	0,0602***	0,0308***
Sexo	-0,0689***	-0,0417***	-0,0345***	-0,0529***	-0,0652***	-0,0430***
Esc_Chefe	0,0244***	0,0205***	0,0071***	0,0106***	0,0229***	0,0203***
Renda_cefe	0,0001***	0,0001***	0,0001***	0,0001**	0,0002***	0,0001***
Prespais	0,0517***	-0,0114	-0,0065	0,0332	0,0451***	-0,0089
Idade	0,0201***	-0,0037***	0,0063***	-0,0005	0,0187***	-0,0032***
	Norte Urbano		Norte Rural		Norte (total)	
Cor	0,0288**	0,0368**	0,0064	-0,0172	0,0280***	0,0322*
Sexo	-0,0757***	-0,0276*	-0,0189	-0,0452	-0,0689***	-0,0309**
Esc_Chefe	0,0215***	0,0172***	0,0070***	0,0077*	0,0203***	0,0174***
Renda_cefe	0,0001***	0,0001*	0,0001	0,0001	0,0001***	0,0001**
Prespais	0,0573*	-0,0355	-0,0379	0,0358	0,0449	-0,0307
Idade	0,0151***	-0,0017	0,0052	0,0019	0,0139***	-0,0009
	Nordeste Urbano		Nordeste Rural		Nordeste (total)	
Cor	0,0423***	0,0212*	0,0007	0,1111	0,0352***	0,0202*
Sexo	-0,0375***	-0,0339**	-0,0084	-0,0538**	-0,0335***	-0,0366***
Esc_Chefe	0,0228***	0,0237***	0,0029***	0,0077***	0,0199***	0,0228***
Renda_cefe	0,0001***	0,0001	0,0001***	0,0001**	0,0001***	0,0001
Prespais	0,0156	-0,0345	-0,0008	0,0278	0,0126	-0,0281
Idade	0,0185***	-0,0009	0,0043***	0,0009	0,0162***	-0,0001
	Sudeste Urbano		Sudeste Rural		Sudeste (total)	
Cor	0,0601***	0,0496***	0,0193	0,0690*	0,0577***	0,0499***
Sexo	-0,0798***	-0,0311***	-0,0478**	-0,0036	-0,0782***	-0,0300***
Esc_Chefe	0,0240***	0,0202***	0,0101***	0,0223***	0,0236***	0,0205***
Renda_cefe	0,0001***	0,0001***	0,0001	-0,0001	0,0001***	0,0001***
Prespais	0,0740***	-0,0146	-	0,1353	0,0720***	-0,0105
Idade	0,0207***	-0,0027*	0,0089**	0,0045	0,0202***	-0,0024
	Sul Urbano		Sul Rural		Sul (total)	
Cor	0,0939***	0,0831***	0,2440**	0,0227	0,0992***	0,0756***
Sexo	-0,1056***	-0,0629***	-0,1307***	-0,0916**	-0,1084***	-0,0684***
Esc_Chefe	0,0293***	0,0158***	0,0203***	0,0076	0,0282***	0,0158***
Renda_cefe	0,0001***	0,0002**	0,0001***	0,0001	0,0001***	0,0001**
Prespais	0,0259***	0,0639	-	-0,0027	0,0306	0,0516
Idade	0,0262***	-0,0057	0,0127**	-0,0095	0,0248***	-0,0057**
	Centro-Oeste Urbano		Centro-Oeste Rural		Centro-Oeste (total)	
Cor	0,0635***	0,0202	0,0888***	1,0048	0,0659***	0,0232
Sexo	-0,0671***	-0,0695***	-0,0277	-0,0582	-0,0631***	-0,0685***
Esc_Chefe	0,0247***	0,0196***	0,0093**	0,0091	0,0235***	0,0193***
Renda_cefe	0,0001***	0,0001	0,0001**	-0,0001	0,0001***	0,0001
Prespais	0,1208**	0,04084	-0,0514	-	0,0839**	0,0123
Idade	0,0198***	-0,0181	0,0034	-0,0142	0,0185***	-0,0156***

Fonte: Elaboração dos autores, com base nos dados da PNAD - IBGE

Nota: Valores sucedidos de (***), (**) e (*) indicam significância estatística a 1%, 5% e 10% respectivamente.

3 Os coeficientes denotados pelo símbolo (-) dizem respeito às variáveis binárias utilizadas como circunstâncias do modelo Logit, de maneira que, nesses casos, com a homogeneização da base de dados, a variável passou a possuir um só valor (somente zero, ou somente 1), não demonstrando efeitos sobre a probabilidade de acesso ao ensino superior.

Tabela 2 – Efeitos marginais do modelo Logit para as faixas etárias estudadas

	Urbano		Rural		Total	
	2005	2015	2005	2015	2005	2015
17 a 29 anos						
Cor	0,0618***	0,0308***	0,0455***	0,0338**	0,0602***	0,0308***
Sexo	-0,0689***	-0,0417***	-0,0345***	-0,0529***	-0,065***	-0,043***
Esc_chefe	0,0244***	0,0205***	0,0076***	0,0106***	0,0229***	0,0203***
Renda_chefe	0,0003***	0,0001***	0,0001***	0,0001**	0,0002***	0,0001***
Pres_pais	0,0517***	-0,0115	-0,0065	0,0332	0,0451***	-0,0089
Idade	0,0201***	0,0037***	0,0063***	-0,0005	0,0187***	-0,0032
17 a 21 anos						
Cor	0,0575***	0,0441***	0,0377***	0,0479**	0,0549***	0,0447***
Sexo	-0,0507***	-0,0751***	-0,0234***	-0,0739***	-0,047***	-0,075***
Esc_chefe	0,0230***	0,0278***	0,0069***	0,0111***	0,0212***	0,0262***
Renda_chefe	0,0002***	0,0001***	0,0001***	0,0001***	0,0001***	0,0001***
Pres_pais	0,0353***	-0,0133	-0,0046***	0,0039	0,0305**	-0,0123
Idade	0,0591***	0,0849***	0,0126***	0,0439***	0,0532***	0,0809***
22 a 25 anos						
Cor	0,0669***	0,0367***	0,0629***	0,0447	0,0667***	0,0367***
Sexo	-0,1019***	-0,0333***	-0,0816***	-0,0331	-0,101***	-0,035***
Esc_chefe	0,0256***	0,0276***	0,0109***	0,0083**	0,0249***	0,0206***
Renda_chefe	0,0004***	0,0001***	0,0002***	0,0001	0,0004***	0,0001***
Pres_pais	0,1051***	-0,0105	0,0485	0,0585	0,1009***	-0,0064
Idade	-0,0054	-0,0424***	0,0177***	-0,0089	-0,0033	-0,0397***
26 a 29 anos						
Cor	0,0539***	0,0328	0,0658**	-0,0415	0,0561***	0,0007
Sexo	-0,0798***	-0,0550	-0,0043	-0,0564	-0,075***	-0,0117
Esc_chefe	0,0213***	0,0702***	-0,0022	0,0115**	0,0206***	0,0101***
Renda_chefe	0,0002***	-0,0001***	0,0002**	0,0001	0,0002***	-0,0001***
Pres_pais	0,0553	0,1111	-0,0481	-	0,0413	0,0242
Idade	-0,0048	-0,1622***	0,0021	0,0017	-0,0046	-0,0209***

Fonte: Elaboração dos autores, com base nos dados da PNAD - IBGE.

Nota: Valores sucedidos de (***), (**) e (*) indicam significância estatística a 1%, 5% e 10% respectivamente.

De maneira geral, os efeitos marginais do modelo Logit indicam que os jovens das regiões brasileiras necessitam de mais tempo e maiores níveis de renda familiar para obterem ingresso no ensino superior. Além disso, analisando a amostra como um todo, as probabilidades obtidas com o modelo Logit indicam o mesmo perfil de pessoas com maiores chances de acesso obtido nas estimações para os meios urbano e rural.

Considerando os resultados obtidos com a variável idade, busca-se analisar as probabilidades de acesso ao ensino superior para os distintos níveis de idade dos jovens brasileiros. A Tabela 2 expressa os resultados dos efeitos marginais advindos do modelo Logit para as faixas etárias selecionadas.

Em relação ao meio urbano, os resultados indicam que, em 2005, as probabilidades de acesso ao ensino superior provenientes das circunstâncias cor, sexo, escolaridade do chefe da família, renda do chefe da família e presença dos pais no domicílio foram superiores para as pessoas com idade de 22 a 25 anos. Já a variável idade possui maior influência nas chances de acesso daqueles com idade de 17 a 21 anos. Em relação às estimações feitas para o ano de 2015, a variável idade impacta positivamente as chances de acesso ao ensino superior para os jovens de idade até 25 anos. Desde essa faixa etária, contudo, a idade passa a interferir negativamente na probabilidade de acesso.

Em relação ao meio rural, observa-se que, no ano de 2005, a variável idade expressiu sinal positivo e significância estatística para aqueles com idade até os 25 anos. Nesse sentido, é possível afirmar que, nesse período, a idade possuía maior impacto na probabilidade de acesso ao ensino superior para os jovens do meio rural. Portanto, é possível afirmar que os jovens residentes no meio rural do Brasil necessitam de mais tempo para obter mais chances de ingresso no ensino superior.

Com suporte nas probabilidades de acesso informadas por meio da estimação do modelo Logit, é possível obter o índice de dissimilaridade da desigualdade de oportunidade. Os resultados desse procedimento para os meios urbano e rural das regiões brasileiras estão demonstrados na Tabela 3.

Em todas as regiões analisadas, assim como em relação ao Brasil como um todo, a desigualdade de oportunidade no acesso ao ensino superior obteve maiores níveis no meio rural. Esse resultado corrobora o estudo feito por Gonzalez (2016), o qual garante que o meio urbano possui circunstâncias divergentes do meio rural, que tornam o acesso à educação mais fácil e igualitário pelo primeiro.

Além disso, as reduções no valor do índice de dissimilaridade da desigualdade de oportunidade corroboram as afirmações de Carvalho e Waltemberg (2015) e Courbucci (2014), os quais indicam que o ensino superior brasileiro está ficando mais equitativo.

Em relação ao meio urbano, os valores da dissimilaridade da desigualdade de oportunidade referentes ao Brasil indicam que, em 2005, seria necessário que se criassem vagas em um total de 38,19% das existentes naquele período. Já em 2015, o valor do índice de dissimilaridade da desigualdade de oportunidade foi de 0,1557, indicando que, para que o acesso ao ensino superior se tornasse igualitário, seria necessário um aumento de 15,57% no total de vagas oferecidas, sendo essas novas vagas ocupadas pelos indivíduos que não obtiveram acesso ao ensino superior naquele período.

Ainda em relação ao meio urbano, observa-se que, em 2005, a região Nordeste era a que expressava a maior desigualdade de oportunidade no acesso ao ensino superior. Para essa região, o índice calculado aponta que, para que houvesse uma situação de perfeita equidade no acesso ao ensino superior nesse período, seria necessária a criação de vagas em um total equivalente a 46,15% das existentes, de modo que esse total deveria ser ocupado pelos que não conseguiram acesso no referido ano.

Já em 2015, a maior desigualdade de oportunidade no meio urbano foi observada para a Região Sudeste. O valor da dissimilaridade da desigualdade de oportunidade indica que a igualdade no acesso ao ensino superior ocorreria se um acréscimo de 18,14% das vagas fosse criado e ocupado pelos que não obtiveram acesso nesse período.

Para o meio rural, observa-se que o acesso ao ensino superior se tornou mais igualitário para o Brasil e suas grandes regiões. Para a amostra da população rural como um todo, o valor do índice de dissimilaridade da desigualdade de oportunidade passou de 0,4788 (em 2005), para 0,2088 (em 2015), uma queda de mais de 50% do seu valor inicial.

As análises, conforme regiões, mostram que, em 2005, a região Norte era a detentora dos maiores níveis de desigualdade no acesso ao ensino superior referente ao meio rural, de modo que era necessário se criar um total de vagas para os não “ingressantes” correspondente a 56,07% das vagas. Em contrapartida, a região Sul obteve a menor desigualdade de oportunidade para o referido período, obtendo uma dissimilaridade de 0,3603.

No ano de 2015, a região mais desigual em relação ao acesso dos residentes do meio rural ao ensino superior foi a região Sudeste. O valor da dissimilaridade da desigualdade de oportunidade para essa região indica que a igualdade na oportunidade de acesso ocorreria com a criação de um montante de vagas correspondente a 30,77% das vagas de então. Por outro lado, a Região Norte apresentou a menor desigualdade, de maneira que o acesso ao ensino superior seria igualitário para pessoas do meio rural dessa região, caso ocorresse a criação de um total de vagas referente a 16,78% das vagas existentes, para que essas fossem ocupadas pelos não “ingressantes”.

Os valores do índice de dissimilaridade da desigualdade de oportunidade para a amostra total indicam que houve queda significativa na desigualdade estudada no Brasil e em suas regiões, de modo que a maior queda na desigualdade de oportunidade no acesso ao ensino superior ocorreu na Região Nordeste.

Tabela 3 – Valor do índice de dissimilaridade da desigualdade de oportunidade de acordo com as regiões brasileiras

Unidade geográfica	Urbano		Rural		Total	
	2005	2015	2005	2015	2005	2015
Brasil	0,3819	0,1557	0,4788	0,2088	0,4057	0,1677
Norte	0,4037	0,1366	0,5607	0,1678	0,4319	0,1504
Nordeste	0,4615	0,1647	0,4857	0,2006	0,5016	0,1883
Sudeste	0,3526	0,1814	0,4066	0,3077	0,3617	0,1875
Sul	0,2987	0,1376	0,3603	0,2108	0,3097	0,1462
Centro-Oeste	0,3484	0,1361	0,3957	0,1767	0,3614	0,1381

Fonte: Elaboração dos autores com base nos dados da PNAD - IBGE.

Os resultados demonstram maior igualdade no acesso ao ensino superior brasileiro, tanto no meio urbano quanto no meio rural. Considerando a abordagem de Queiroz et al. (2013), é possível assinalar que essa queda na desigualdade de oportunidade deu-se principalmente pela criação de IES e pela implementação e aprimoramento de políticas públicas voltadas ao acesso e à permanência no ensino superior no decorrer do período estudado.

Além das avaliações feitas em relação às regiões brasileiras, estimou-se o índice de dissimilaridade da desigualdade de oportunidade para variadas faixas etárias, considerando a amostra total. Os resultados desse procedimento foram demonstrados na Tabela 4.

Os resultados indicam que, em 2005, as pessoas com idade de 17 a 21 anos eram detentoras dos maiores níveis de desigualdade nas oportunidades de acesso ao ensino superior, tanto no meio urbano quanto no meio rural. Já em relação ao ano de 2015, a faixa etária citada obteve os maiores índices de desigualdade para o meio urbano e para a amostra como um todo. Para o último ano estudado, a maior desigualdade de oportunidade foi verificada para os residentes no meio rural e com idade de 26 a 29 anos.

Tabela 4 – Valor da dissimilaridade da desigualdade de oportunidade para as faixas etárias estudadas

	2005	2015	Varição
17 a 29 anos			
Urbano	0,3819	0,1557	-0,2226
Rural	0,4788	0,2087	-0,2621
Total	0,4057	0,1677	-0,238
17 a 21 anos			
Urbano	0,4634	0,2584	-0,205
Rural	0,5183	0,2877	-0,2306
Total	0,4852	0,2666	-0,2186
22 a 25 anos			
Urbano	0,3278	0,1614	-0,1664
Rural	0,4749	0,1591	-0,3158
Total	0,3476	0,1701	-0,1775
26 a 29 anos			
Urbano	0,2849	0,1104	-0,1745
Rural	0,3425	0,3072	-0,0353
Total	0,2962	0,1229	-0,1733

Fonte: Elaboração dos autores, com base nos dados da PNAD – IBGE.

Buscando verificar a contribuição de cada variável-circunstância utilizada para a obtenção do valor do índice de dissimilaridade da desigualdade de oportunidade, e seguindo o procedimento indicado por Gonzalez (2016), estimou-se a decomposição da dissimilaridade por meio do Valor-Shapley. Os resultados desse procedimento para as regiões brasileiras estão demonstrados na Tabela 5.

Os resultados da decomposição pelo Valor-Shapley para o meio urbano indicam que, para o ano de 2005, o nível de escolaridade e a renda do chefe da família foram as variáveis que mais contribuíram para a desigualdade de oportunidade no acesso ao ensino superior nas regiões brasileiras. É possível observar, também, que os residentes no meio urbano da Região Nordeste enfrentam maior desigualdade provinda da escolaridade do chefe da família nesse período.

Mancebo *et al.* (2015) consideram que as transformações sociais dadas pela educação são obtidas por meio de um procedimento político de longo prazo, o qual pode ter sua importância transmitida entre as pessoas no decorrer do tempo. Considerando essa perspectiva e levando em conta o fator histórico-educacional da região Nordeste, é possível tratar o resultado encontrado com a educação do chefe da família conforme esperado.

Com relação ao ano de 2015, observa-se que a escolaridade do chefe da família ainda permanece como principal fator gerador da desigualdade de oportunidade no acesso ao ensino superior no meio urbano das regiões brasileiras. Além disso, a participação dessa circunstância na desigualdade de oportunidade cresceu no Brasil e nas regiões Norte, Nordeste, Sudeste e Sul.

Os resultados ainda demonstram que as chances de acesso ao ensino superior no meio urbano das regiões brasileiras passaram a depender menos da renda e, com exceção da região Centro-Oeste, a idade dos indivíduos passou a influenciar menos na desigualdade de oportunidade. Considerando a perspectiva de Courbucci (2014), esse resultado pode ser explicado pela expansão do número de IES e pela intensificação de políticas de fomento ao ensino superior nesse período.

Em relação ao meio rural e considerando a amostra total, a decomposição da dissimilaridade indica que a desigualdade de oportunidade no acesso ao ensino superior advém, em sua grande parte, da escolaridade e da renda do chefe da família, além de possuir intensiva participação da cor das pessoas.

Nas análises conforme as regiões, observa-se que para as regiões Nordeste e Sudeste, a desigualdade de oportunidade no acesso ao ensino superior passou a depender da escolaridade do chefe da família de maneira mais intensa. Ademais, os resultados demonstram que a idade dos indivíduos passou a contribuir intensivamente para a desigualdade de oportunidade dos residentes no meio rural das regiões Norte e Centro-Oeste.

No meio rural do Brasil (como um todo e nas demais regiões, com exceção do Sudeste), verifica-se que a desigualdade de oportunidade no acesso ao ensino superior passou a ser dada de modo mais intensa pelo sexo. Esse resultado pode ser explicado pela conjuntura econômica do último ano analisado, a qual pode ter gerado uma maior necessidade de obtenção de renda, fazendo com que as pessoas, principalmente do sexo masculino, passassem a dedicar menor parte do seu tempo às atividades educacionais.

A cor possui alta participação na desigualdade de oportunidade estudada, de modo que esse percentual é superior no meio rural. Observa-se que, para a amostra total e para as Regiões Nordeste, Sul e Centro-Oeste, a desigualdade de oportunidade oriunda da cor reduziu-se de 2005 para 2015. Considerando os resultados demonstrados por Courbucci (2014), esse fato pode proceder da temática de políticas que visam à inserção de jovens no ensino superior, por meio de instrumentos que reduzem os efeitos das disparidades sociais de que são alvos pessoas não brancas.

Considerando os resultados encontrados por Barufi (2014), a redução da participação da renda na desigualdade de oportunidade pode ser advinda da expansão do número de vagas oferecidas no ensino superior no período estudado. Além disso, esse resultado pode ser provindo da intensifi-

cação de políticas de apoio ao acesso de indivíduos com menor nível de renda ao ensino superior, principalmente nas vagas oferecidas por IES privadas.

Tabela 5 – Valor da decomposição da dissimilaridade por meio do Valor-Shapley para as regiões brasileiras (%)

	Brasil Urbano		Brasil Rural		Brasil (total)	
	2005	2015	2005	2015	2005	2015
Cor	15,14	14,59	25,97	15,07	15,41	14,29
Sexo	4,83	8,52	8,74	15,68	4,79	8,49
Esc_Chefe	43,70	60,55	34,22	53,76	44,44	62,09
Renda_cefe	21,00	10,29	15,64	12,00	20,44	10,32
Prespaís	0,45	0,06	0,02	1,74	0,39	0,11
Idade	14,88	5,99	15,40	1,75	14,54	4,71
	Norte Urbano		Norte Rural		Norte (total)	
Cor	9,30	13,40	2,73	3,71	9,21	11,40
Sexo	8,56	6,10	10,58	24,26	8,34	6,71
Esc_Chefe	43,69	59,88	49,87	49,72	45,19	63,43
Renda_cefe	23,34	15,07	7,23	14,54	21,97	15,04
Prespaís	0,83	0,69	3,43	3,44	0,61	0,35
Idade	14,28	4,78	25,74	4,34	14,68	3,01
	Nordeste Urbano		Nordeste Rural		Nordeste (total)	
Cor	11,87	9,58	3,28	3,23	11,19	8,60
Sexo	2,19	4,27	0,74	26,78	2,14	4,48
Esc_Chefe	49,56	75,87	34,90	46,66	51,08	78,36
Renda_cefe	18,33	7,05	14,64	20,60	18,17	7,13
Prespaís	0,26	0,40	0,12	1,99	0,19	0,15
Idade	17,79	2,79	46,16	0,33	17,23	1,23
	Sudeste Urbano		Sudeste Rural		Sudoeste (total)	
Cor	14,24	24,34	10,25	23,16	14,11	23,98
Sexo	6,39	5,64	16,52	0,79	6,41	5,28
Esc_Chefe	42,53	54,74	37,83	64,03	42,97	56,25
Renda_cefe	20,98	11,54	13,77	6,63	20,67	11,28
Prespaís	0,60	0,07	-	2,04	0,56	0,02
Idade	15,25	3,68	20,95	2,98	15,27	3,16
	Sul Urbano		Sul Rural		Sul (total)	
Cor	7,09	15,70	12,13	2,80	7,03	13,46
Sexo	8,54	18,50	29,45	37,78	9,60	20,62
Esc_Chefe	43,44	46,42	27,44	23,01	43,72	47,05
Renda_cefe	22,88	8,38	18,89	17,32	22,49	8,54
Prespaís	0,29	2,09	-	0,81	0,27	1,52
Idade	17,74	8,92	11,64	18,29	16,86	8,80
	Centro-Oeste urbano		Centro-Oeste rural		Centro-Oeste (total)	
Cor	14,16	6,69	33,50	30,97	14,50	7,02
Sexo	3,34	15,47	1,60	7,68	3,33	14,87
Esc_Chefe	43,55	41,78	31,67	25,53	44,05	42,40
Renda_cefe	25,71	9,42	22,67	1,75	25,21	9,35
Prespaís	0,74	0,04	4,12	-	0,61	0,18
Idade	12,51	26,59	6,45	30,80	12,30	26,18

Fonte: Elaboração dos autores, com base nos dados da PNAD - IBGE.

Já a redução da participação da variável cor na desigualdade de oportunidade, verificada para os meios urbano e rural do Brasil, pode ser explicada considerando a perspectiva de Mancebo et al. (2015), os quais indicam o crescimento da aplicação de medidas que visam à redução das influências das disparidades sociais ligadas à cor no acesso ao ensino superior brasileiro no período estudado.

Na Tabela 6, estão demonstrados os resultados para a decomposição da dissimilaridade da desigualdade de oportunidade em relação às faixas etárias selecionadas. Observa-se que, nos meios urbano e rural, assim como para a estimação com idade total, a escolaridade do chefe da família detém as maiores participações na desigualdade de oportunidade.

Verifica-se que, nas idades iniciais, a cor possui grande participação na desigualdade de oportunidade, independentemente da situação censitária, de maneira que essa participação se reduz nos últimos anos estudados. Além disso, verifica-se que, para os residentes no meio rural e com menores níveis de idade, a desigualdade de oportunidade no acesso ao ensino superior é dada em maior proporção pelas circunstâncias cor e idade nos dois períodos examinados.

Tabela 6 – Valor da decomposição da dissimilaridade por meio do Valor-Shapley para as faixas etárias estudadas (%)

	Urbano		Rural		Total	
	2005	2015	2005	2015	2005	2015
17 a 29 anos						
Cor	15,14	14,59	25,97	15,07	15,41	14,29
Sexo	4,83	8,52	8,74	15,68	4,79	8,49
Esc_chefe	43,70	60,55	34,22	53,76	44,44	62,09
Renda_chefe	21,00	10,29	15,64	12,00	20,44	10,32
Pres_pais	0,45	0,06	0,02	1,74	0,39	0,11
Idade	14,88	5,99	15,40	1,75	14,54	4,71
17 a 21 anos						
Cor	14,27	9,79	25,78	13,91	14,71	10,08
Sexo	3,87	7,23	6,02	12,40	4,00	7,23
Esc_chefe	38,66	36,66	37,46	31,43	40,16	38,31
Renda_chefe	15,85	8,09	12,38	16,56	15,68	8,38
Pres_pais	0,26	0,11	0,20	0,39	0,21	0,11
Idade	27,09	38,11	18,07	25,30	25,24	35,89
22 a 25 anos						
Cor	15,55	13,16	21,33	27,79	15,84	13,24
Sexo	7,75	4,58	18,48	7,66	7,73	4,85
Esc_chefe	45,75	50,54	33,16	48,38	46,51	52,85
Renda_chefe	29,00	11,72	19,23	8,31	28,26	11,69
Pres_pais	0,68	0,05	0,98	2,81	0,66	0,02
Idade	1,26	19,94	6,82	5,05	1,00	17,36
26 a 29 anos						
Cor	13,75	3,74	47,78	5,48	14,54	2,78
Sexo	6,31	2,32	1,08	22,07	6,09	4,31
Esc_chefe	54,57	51,96	11,69	50,81	54,42	57,53
Renda_chefe	23,25	8,39	36,57	7,09	22,96	5,40
Pres_pais	0,71	0,83	1,92	-0,75	0,63	1,38
Idade	1,52	32,75	0,75	13,53	1,36	28,59

Fonte: Elaboração dos autores, com base nos dados da PNAD - IBGE.

Portanto, torna-se possível afirmar que as medidas que visem à redução das desigualdades nas oportunidades de acesso ao ensino superior no Brasil devem ser formuladas, levando em consideração a idade. Deve-se considerar meios que reduzam as disparidades de acesso àqueles com menor faixa etária, assim como levar em conta mecanismos que possibilitem os jovens lograrem o ingresso no ensino superior na idade adequada.

5 CONCLUSÕES

Este ensaio buscou analisar os níveis de desigualdade na oportunidade de acesso ao ensino superior e seus determinantes nos meios urbano e rural das grandes regiões brasileiras. Além disso, demandou-se verificar os níveis de desigualdade de oportunidade e seus determinantes para distintos níveis de idade dos jovens brasileiros. Para tanto, utilizou-se uma metodologia probabilística, a fim de mensurar o índice de dissimilaridade da desigualdade de oportunidade. Posteriormente, a participação das variáveis-circunstâncias na desigualdade de oportunidades e em seus resultados foi obtida por meio de uma decomposição pelo Valor-Shapley.

Com apoio no modelo Logit, verificou-se que, tanto no meio urbano quanto no meio rural, a idade e a escolaridade do chefe da família elevam as probabilidades de acesso ao ensino superior. Além disso, verificou-se que pessoas com chefes de família de maiores níveis de renda possuem maiores chances de ingresso no ensino superior, em ambas as situações censitárias estudadas. Verificou-se, também, que os declarados brancos possuem maiores chances de acesso ao ensino superior tanto no meio urbano quanto no meio rural.

Com esteio no estabelecimento do índice de dissimilaridade da desigualdade de oportunidade, verificou-se que a desigualdade de oportunidades no acesso ao ensino superior demonstrou queda no último ano, em relação ao início do período estudado, nos meios urbano e rural do Brasil. Assim, conclui-se que o ensino superior brasileiro está ficando mais equitativo nos últimos anos, independentemente da situação censitária. Além do mais, notou-se que aqueles com menores níveis de idade estão expostos a uma realidade de maiores desigualdades nas oportunidades de acesso ao ensino superior.

Com base na decomposição por meio do Valor-Shapley, concluiu-se que a escolaridade e a renda do chefe da família, bem como a idade são as variáveis-circunstâncias que mais contribuem para o valor da desigualdade de oportunidade no acesso ao ensino superior, tanto no meio urbano quanto no meio rural. Além disso, concluiu-se que, para os meios urbano e rural do Brasil como um todo, a cor, a renda do chefe da família e a idade passaram a incidir em menores proporções na desigualdade de oportunidades. No que diz respeito ao meio rural, verificou-se que o sexo, a escolaridade do chefe da família e a presença dos pais no domicílio passaram a ter maior contribuição na desigualdade de oportunidades no acesso ao ensino superior no último ano estudado.

Os resultados também demonstraram a necessidade de implementação de meios que reduzam as disparidades de acesso àqueles com menores níveis de idade. Nesse sentido, constata-se a necessidade de criação de mecanismos que possibilitem os jovens conseguirem ingressar no ensino superior na idade adequada.

Conclui-se que, apesar de a desigualdade de oportunidade no acesso ao ensino superior brasileiro ter indicado redução nos últimos anos, esse fator ainda exprime altos valores, indicando a necessidade de implementação de medidas que visem à equidade no acesso ao ensino superior. A contribuição deixada por esta pesquisa aponta que uma política pública que busque reduzir a desigualdade de oportunidade no acesso ao ensino superior no Brasil obterá melhores resultados se for fundamentada sobre o aumento dos níveis de renda e de escolaridade da família, assim como em relação à inclusão do jovem com idade adequada no nível de ensino estudado.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, N, C. A educação superior brasileira: dilemas, desafios e comparações com os países da OCDE e do BRICS. **Revista Brasileira de Educação**, v. 21, n. 66, p.717-736, set., 2016.
- BARBOSA FILHO, F. H; PESSÔA, S. Retorno da educação no Brasil. **Pesquisa e Planejamento Econômico (PPE)**, v. 38, n. 1, abr., 2008.
- BARROS, A, S, X. Expansão da educação superior no Brasil: limites e possibilidades. **Educação e Sociedade**. Campinas, v. 36, n. 131, p. 361-390, abr./jun., 2015.
- BARROS, R; VEGA, J. R. M; SAAVEDRA, J. **Measuring inequality of opportunities for children**. The World Bank, Washington. 2008A.
- BARROS, R; FERREIRA, F. H. G; VEGA, J. R. M; CHANDUVI, J, S. **Measuring Inequality of Opportunities in Latin America and the Caribbean**. The International Bank for Reconstruction and Development. The World Bank. 2008B.
- BARUFI, A, M, B. **Impactos do acesso ao ensino superior sobre a migração de estudantes universitários**. Avaliação de políticas públicas no Brasil: uma análise de seus impactos. Rio de Janeiro: IPEA, 2014.
- BRAGA, M. M; PEIXOTO, M. C. L; BOGUTCHI, T. F. Tendências da demanda pelo ensino superior: Estudo de caso da UFMG. **Cadernos de pesquisa**. n. 113, p.129-152. Junho, 2011.
- BRUNORI, P; FERREIRA, F. H. G; PERAGINE, V. **Inequality of opportunity, income inequality and economic mobility: some international comparisons**. IZA. Discussion Paper N°. 7155, January, 2013. Disponível em < <http://ftp.iza.org/dp7155.pdf> > Acesso em 2 abril 2017.
- CARVALHO, M. M. A educação superior no Brasil: o retorno privado e as restrições ao ingresso. **Revista Sinais Sociais**, v. 5, n. 15, p. 82-109, 2011.
- CARVALHO, M. M; WALTENBERG, F. D. Desigualdade de oportunidades no acesso ao ensino superior no Brasil: uma comparação entre 2003 e 2013. **Economia Aplicada**, v. 19, n. 2, p. 369-396, jun., 2015.
- CHECCHI, D; PERAGINE. Inequality of opportunity in Italy. **The Journal of Economic Inequality**, v. 8, n. 4, p.429-450, ago., 2009.
- CIRÍACO, J. S; ANJOS JÚNIOR, O, R; RODRIGUES, P. S; ALVES, N. C. **Geração canguru? Fatores associados à permanência dos jovens cearenses no ambiente familiar de origem**. In: ENCONTRO DE ECONOMIA CEARÁ EM DEBATE, 2015. v. 1, 2015.
- CORBUCCHI, P. R. **Evolução do acesso de jovens à educação superior no Brasil**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA. Textos para Discussão. 2014.
- DIAZ, M. D. M. (Des)Igualdades de oportunidades no ensino médio brasileiro: escolas públicas e privadas. **Economia**. Brasília, v. 13, n. 3, p. 553-568, set/dez., 2012.
- FERREIRA, F. H. G; GIGNOUX, J. **The Measurement of Educational Inequality - Achievement and Opportunity**. Working Paper 019. Dezembro, 2011.
- FOGUEL, M. N; VELOSO, F. A. Inequality of opportunity in daycare and preschool services in Brazil. **Journal of Economic Inequality**, v. 12, n. 2, p.191-220, abr., 2013.

- GONZALEZ, J. F. Inequality of opportunity in adult health in Colombia. **The Journal of Economic Inequality**, v. 14, n. 4, p. 395-416, out., 2016.
- GUTIÉRREZ, C; TANAKA, R. Inequality and education decisions in developing countries. **The Journal of Economic Inequality**. v. 7, n. 1, p. 55-81, ago., 2008.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional por Amostra de domicílios**. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2015/microdados.shtm> >. Acesso em: 02 dez. 2016.
- INEP - INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. Disponível em < <http://provaBrasil.inep.gov.br/web/guest/sinopses-estatisticas-da-educacao-superior> > Acesso em: 30 jun. 2017.
- ISFAHANI, D. S; HASSINE, N. B; ASSAAD, R. Equality of opportunity in educational achievement in the Middle East and North Africa. **The Journal of Economic Inequality**, v. 12, n. 4, p.489-515, nov., 2013.
- MANCIBO, D; VALE, A. A; MARTINS, T. B. Políticas de expansão da educação superior no Brasil 1995-2010. **Revista Brasileira de Educação**, v. 20, n. 60, p.31-50, mar., 2015.
- MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Portal Brasil. Disponível em < <http://www.brasil.gov.br/educacao> > Acesso em 25 de março de 2017.
- NEY, M. G; HOFFMANN, R. Educação, concentração fundiária e desigualdade de rendimentos no meio rural brasileiro. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 47, n. 1, jan./mar., 2009.
- QUEIROZ, F. C. B. P; QUEIROZ, J. V; VASCONCELOS, N. V. C; FURUKAVA, M; HÉKIS, H. R; PEREIRA, F. A. B. Transformações no ensino superior brasileiro: análise das Instituições Privadas de Ensino Superior no compasso com as políticas de Estado. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, v. 21, n. 79, p.349-370, jun., 2013.
- TILLMANN, E; COMIN, F. Os determinantes da decisão entre estudo e trabalho dos jovens no Brasil e a geração nem-nem. **Pesquisa e Planejamento Econômico (PPE)**, v. 46, n. 2, agosto, 2016.
- ZAGO, N. Do acesso à permanência no ensino superior: percursos de estudantes universitários de percursos de estudantes universitários de camadas populares. **Revista Brasileira de Educação**, v. 11, n. 32, maio/ago., 2006.

APÊNDICE A – TABELA 7 - ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS DAS VARIÁVEIS PARA O ANO DE 2005

	Brasil Urbano					Brasil Rural				
	Obs	Média	d. Padrão	Min	Max	Obs	Média	d. Padrão	Min	Max
Acessoeduc	27288	0,2032	0,4024	0	1	3550	0,0507	0,2194	0	1
Cor	27288	0,5026	0,5000	0	1	3550	0,3699	0,4828	0	1
Sexo	27288	0,5276	0,4992	0	1	3550	0,5558	0,4969	0	1
Esc_Chefe	27288	7,9484	4,3999	0	15	3550	3,8667	3,4789	0	15
Renda_cefe	27288	2198,971	3057,6	0	193600	3550	1018,512	1323,834	0	32800
Prespais	27288	0,9653	0,1829	0	1	3550	0,9665	0,1800	0	1
Idade	27288	20,9420	3,2416	17	29	3550	20,1282	3,0245	17	29
	Norte Urbano					Norte Rural				
	Obs	Média	d. Padrão	Min	Max	Obs	Média	d. Padrão	Min	Max
Acessoeduc	3065	0,1582	0,3650	0	1	469	0,0277	0,1643	0	1
Cor	3065	0,2747	0,4464	0	1	469	0,1706	0,3765	0	1
Sexo	3065	0,5259	0,4994	0	1	469	0,5885	0,4926	0	1
Esc_Chefe	3065	7,7197	4,3313	0	15	469	4,4200	3,6115	0	15
Renda_cefe	3065	1836,259	2280,225	0	40600	469	1002,539	1011,958	0	10395
Prespais	3065	0,9553	0,2067	0	1	469	0,9574	0,2023	0	1
Idade	3065	20,7282	20,7282	17	29	469	19,7974	2,8314	17	29
	Nordeste Urbano					Nordeste Rural				
	Obs	Média	d. Padrão	Min	Max	Obs	Média	d. Padrão	Min	Max
Acessoeduc	8180	0,1583	0,3651	0	1	1793	0,0195	0,1384	0	1
Cor	8180	0,3256	0,4686	0	1	1793	0,2532	0,4349	0	1
Sexo	8180	0,5191	0,4997	0	1	1793	0,5466	0,4979	0	1
Esc_Chefe	8180	7,2954	4,5943	0	15	1793	2,8215	3,1654	0	15
Renda_cefe	8180	1625,236	2530,302	0	65000	1793	719,029	812,4445	0	15
Prespais	8180	0,9626	0,1898	0	1	1793	0,9688	0,1739	0	1
Idade	8180	20,9459	3,2599	17	29	1793	20,1210	3,0356	17	29
	Sudeste Urbano					Sudeste Rural				
	Obs	Média	d. Padrão	Min	Max	Obs	Média	d. Padrão	Min	Max
Acessoeduc	9333	0,2063	0,4046	0	1	541	0,0647	0,2462	0	1
Cor	9333	0,5936	0,4912	0	1	541	0,4879	0,5003	0	1
Sexo	9333	0,5299	0,4991	0	1	541	0,5323	0,4994	0	1
Esc_Chefe	9333	8,0991	4,2405	0	15	541	4,9501	3,5402	0	15
Renda_cefe	9333	2375,437	2673,484	0	35000	541	1424,967	1950,253	0	32800
Prespais	9333	0,9717	0,1658	0	1	541	0,9815	0,1348	0	1
Idade	9333	21,0795	3,2608	17	29	541	20,3604	3,0003	17	29
	Sul Urbano					Sul Rural				
	Obs	Média	d. Padrão	Min	Max	Obs	Média	d. Padrão	Min	Max
Acessoeduc	3860	0,2891	0,4534	0	1	444	0,1554	0,3627	0	1
Cor	3860	0,8466	0,3604	0	1	444	0,8761	0,3298	0	1
Sexo	3860	0,5386	0,4986	0	1	444	0,5608	0,4968	0	1
Esc_Chefe	3860	8,8145	4,0912	0	15	444	5,5270	2,9938	0	15
Renda_cefe	3860	2717,388	3028,046	0	81800	444	1518,827	1423,493	0	12584
Prespais	3860	0,9627	0,1895	0	1	444	0,9819	0,1332	0	1
Idade	3860	20,8622	3,1785	17	29	444	203671	3,1079	17	29
	Centro-Oeste Urbano					Centro-Oeste Rural				
	Obs	Média	d. Padrão	Min	Max	Obs	Média	d. Padrão	Min	Max
Acessoeduc	2850	0,2544	0,1356	0	1	303	0,0924	0,2901	0	1
Cor	2850	0,4916	0,5000	0	1	303	0,4158	0,4937	0	1
Sexo	2850	0,5316	0,4991	0	1	303	0,5941	0,4919	0	1
Esc_Chefe	2850	8,4021	4,5275	0	15	303	4,8284	3,6005	0	15
Renda_cefe	2850	2955,748	5254,732	0	193600	303	1356,578	2001,676	0	20000
Prespais	2850	0,9666	0,1795	0	1	303	0,9175	0,2756	0	1
Idade	2850	20,8183	3,2338	17	29	303	19,9175	3,1164	17	29

Fonte: Elaboração dos autores, com base nos dados da PNAD - IBGE.

APÊNDICE B – TABELA 8 - ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS DAS VARIÁVEIS PARA O ANO DE 2015

	Brasil Urbano					Brasil Rural				
	Obs	Média	d. Padrão	Min	Max	Obs	Média	d. Padrão	Min	Max
Acessoeduc	18601	0,2397	0,4269	0	1	1776	0,1291	0,3354	0	1
Cor	18601	0,4776	0,4995	0	1	1776	0,4128	0,4925	0	1
Sexo	18601	0,5095	0,4999	0	1	1776	0,5385	0,4986	0	1
Esc_Chefe	18601	9,9746	4,0384	0	15	1776	6,5266	4,4067	0	15
Renda_cefe	18601	4929,493	5946,765	0	201900	1776	2848,82	3207,945	0	52500
Prespais	18601	0,9613	0,1928	0	1	1776	0,9615	0,1925	0	1
Idade	18601	22,5378	3,3111	17	29	1776	22,0039	0,1925	17	29
	Norte Urbano					Norte Rural				
	Obs	Média	d. Padrão	Min	Max	Obs	Média	d. Padrão	Min	Max
Acessoeduc	2502	0,2326	0,4226	0	1	296	0,1081	0,3110	0	1
Cor	2502	0,2562	0,4366	0	1	296	0,2061	0,4052	0	1
Sexo	2502	0,5284	0,4993	0	1	296	0,5608	0,4971	0	1
Esc_Chefe	2502	9,8665	4,1173	0	15	296	6,9054	4,3761	0	15
Renda_cefe	2502	4043,997	4390,789	0	46000	296	2696,28	3966,853	101	52500
Prespais	2502	0,9524	0,2128	0	1	296	0,9493	0,2197	0	1
Idade	2502	22,4872	3,2900	17	29	296	21,9696	3,2063	17	29
	Nordeste Urbano					Nordeste Rural				
	Obs	Média	d. Padrão	Min	Max	Obs	Média	d. Padrão	Min	Max
Acessoeduc	4764	0,2395	0,4268	0	1	751	0,1039	0,3053	0	1
Cor	4764	0,3180	0,4657	0	1	751	0,2543	0,4357	0	1
Sexo	4764	0,4903	0,4995	0	1	751	0,4913	0,5003	0	1
1Esc_Chefe	4764	9,5455	4,2123	0	15	751	5,3822	4,2779	0	15
Renda_cefe	4764	3928,41	5965,051	0	201900	751	1773,144	1390,433	0	14200
Prespais	4764	0,9626	0,1897	0	1	751	0,9614	0,1928	0	1
Idade	4764	22,6479	3,3437	17	29	751	21,8522	3,1114	17	29
	Sudeste Urbano					Sudeste Rural				
	Obs	Média	d. Padrão	Min	Max	Obs	Média	d. Padrão	Min	Max
Acessoeduc	6577	0,2138	0,4100	0	1	318	0,1478	0,3546	0	1
Cor	6577	0,5341	0,4989	0	1	318	0,5472	0,4986	0	1
Sexo	6577	0,5191	0,4697	0	1	318	0,5660	0,4964	0	1
Esc_Chefe	6577	9,9454	3,8961	0	15	318	6,9371	4,1359	0	15
Renda_cefe	6577	5106,636	5871,53	0	103600	318	3400,179	3453,783	0	40000
Prespais	6577	0,9627	0,1894	0	1	318	0,9654	0,1830	0	1
Idade	6577	22,5547	3,2990	17	29	318	22,2704	3,6009	17	29
	Sul Urbano					Sul Rural				
	Obs	Média	d. Padrão	Min	Max	Obs	Média	d. Padrão	Min	Max
Acessoeduc	2778	0,2559	0,4365	0	1	302	0,1622	0,3692	0	1
Cor	2778	0,8312	0,3746	0	1	302	0,8344	0,3723	0	1
Sexo	2778	0,5227	0,4995	0	1	302	0,6192	0,4863	0	1
Esc_Chefe	2778	10,4316	3,9356	0	15	302	8,0761	4,2282	0	15
Renda_cefe	2778	5871,387	6189,526	0	180000	302	4584,553	3550,981	600	24000
Prespais	2778	0,9640	0,1863	0	1	302	0,9669	0,1792	0	1
Idade	2778	22,3294	3,3192	17	29	302	22,1059	3,2435	17	29
	Centro-Oeste Urbano					Centro-Oeste Rural				
	Obs	Média	d. Padrão	Min	Max	Obs	Média	d. Padrão	Min	Max
Acessoeduc	1980	0,3126	0,4637	0	1	99	0,2222	0,4179	0	1
Cor	1980	0,4571	0,4983	0	1	99	0,5151	0,5023	0	1
Sexo	1980	0,4813	0,4998	0	1	99	0,4949	0,5025	0	1
Esc_Chefe	1980	10,5994	3,9789	0	15	99	8,0303	4,5925	0	15
Renda_cefe	1980	6547,182	6832,828	0	62288	99	4398,939	4922,14	380	32000
Prespais	1980	0,9611	0,1934	0	1	99	0,9697	0,1723	0	1
Idade	1980	22,5723	3,2772	17	29	99	22,0909	3,6058	17	29

Fonte: Elaboração dos autores, com base nos dados da PNAD – IBGE.

PERDAS E DESPERDÍCIO DE ALIMENTOS NO CONTEXTO DA ECONOMIA CIRCULAR: O CASO DA CEASA DE CURITIBA

Food losses and waste in the context of the Circular Economy: the case of Ceasa in Curitiba

Denise da Silva Mota Carvalho

Economista. Doutoranda em Teoria Econômica. Universidade Estadual de Maringá. dsmota.01@gmail.com

Alexandre Florindo Alves

Engenheiro Agrônomo. Doutor em Economia Aplicada. Professor Associado do Departamento de Economia, do Programa de Pós-graduação em Ciências Econômicas e do Mestrado Profissional em Agroecologia. Tutor do PET Economia. Universidade Estadual de Maringá. Av. Colombo, 5790, Bloco C34 - Zona 7, Maringá, PR, CEP 87020-900. afalves@uem.br

Christian Luiz da Silva

Economista. Doutor em Engenharia de Produção. Professor Permanente do Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Governança Pública. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Av. Sete de Setembro, 3165. Bloco L. 4º andar. CEP 80230-901, Curitiba, PR. christiansilva76@gmail.com

Resumo: Este artigo apresenta o tema da disposição e reaproveitamento dos resíduos orgânicos resultantes de perdas e desperdícios de alimentos (PDA), com objetivo de analisar a evolução da geração de PDA de frutas, legumes e verduras (FLV), na Ceasa-Curitiba no período de 2013 a 2020 e identificar a destinação dos resíduos e iniciativas de Economia Circular (EC). Por meio da seleção e análise descritiva de dados primários, identificou-se que o volume de PDA foi, em média, de 13.404 toneladas ao ano. A geração de resíduos orgânicos de FLV representou 86,07% do total da PDA e a destinação a banco de alimentos correspondeu a 13,93%. Foi adaptada a Metodologia da Hierarquia de Recuperação Alimentar (HRA) e proposta a construção de um indicador de Hierarquia de Destinação de Resíduos (IHDR), que possibilita a observação da evolução do conjunto de destinação ao longo do período estudado. Para isso, atribuiu-se pesos, com intervalo [0; 1] para os destinos, em que 0 (zero) é o nível de destino menos desejável e 1, o nível mais desejável. Os resultados indicam que a Ceasa-Curitiba atingiu o maior IHDR em 2020, em direção aos níveis mais desejáveis para valorização de resíduos alimentares com iniciativas de Economia Circular.

Palavras-chave: circularidade; PDA; resíduos; Ceasa; destinação.

Abstract: This article addresses the issue of disposal and reuse of organic waste resulting from food loss and waste (FLW), aiming to analyze the evolution of the FLW generation from fruits and vegetables (FV), at Ceasa-Curitiba from 2013 to 2020 and identify the destination of waste and Circular Economy (CE) initiatives. Through the selection and descriptive analysis of primary data, it was identified that the average volume of FLW was 13,404 tons per year. The generation of FV organic waste accounted for 86.07% of the total FLW, while the amount sent to food banks corresponded to 13.93%. The Food Recovery Hierarchy Methodology (FRH) was adapted, and the construction of a Waste Disposal Hierarchy Indicator (WDHI) was proposed, which allows to observe the evolution of waste destination over the studied period. To do so, weights were assigned within the range [0; 1] to the destinations, where 0 (zero) represents the least desirable target level and 1 the most desirable. The results indicate that Ceasa-Curitiba reached the highest WDHI in 2020, moving towards more desirable levels for the recovery of food waste with Circular Economy initiatives.

Keywords: circularity, FLW, waste, Ceasa, destination.



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

1 INTRODUÇÃO

O combate à perda e ao desperdício de alimentos (PDA) tornou-se prioridade global nos últimos anos, sendo incorporado à Agenda 2030 promovida pela Organização das Nações Unidas (ONU), por meio dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente os de número 2 e 12. O ODS 2 visa acabar com a fome, promover segurança alimentar e agricultura sustentável, enquanto o ODS 12 trata de padrões sustentáveis de produção e consumo, incluindo a redução das perdas ao longo das cadeias de abastecimento (ONU, 2015).

A produção global de alimentos é tecnicamente suficiente para suprir a demanda mundial. Ainda assim, aproximadamente um terço do total produzido é perdido ou desperdiçado ao longo da cadeia produtiva, o que representa cerca de 1,3 bilhão de toneladas anuais de alimentos descartados (FAO, 2020). Enquanto isso, mais de 24% da população mundial vive em situação de insegurança alimentar. Esse paradoxo também se reflete no Brasil, onde estima-se que 26,3 milhões de toneladas de alimentos sejam desperdiçadas por ano (FAO, 2020).

O estado do Paraná tem papel de destaque na produção agroalimentar brasileira. Em 2020, foram produzidas mais de 1,36 milhão de toneladas de frutas e cerca de 20 milhões de toneladas de hortaliças no país, sendo o estado responsável por uma parcela significativa desse volume (Deral, 2020). Nesse contexto, a Central de Abastecimento do Paraná (Ceasa-PR) representa uma estrutura logística e comercial estratégica. Composta por cinco unidades regionais (Curitiba, Londrina, Maringá, Cascavel e Foz do Iguaçu), movimentou mais de 1,25 milhão de toneladas de alimentos em 2020. A unidade de Curitiba é a principal em volume e valor comercializado, respondendo por cerca de 66% do total estadual, com mais de 826 mil toneladas comercializadas em 2020, das quais frutas, legumes e verduras (FLV) representaram mais de 98%.

Contudo, a elevada perecibilidade dos produtos comercializados nas Ceasas contribui significativamente para a geração de resíduos orgânicos, com baixo índice de reaproveitamento e altos custos de disposição. A unidade de Curitiba gerou, em média, 31 toneladas de resíduos orgânicos por dia em 2020. O manejo inadequado desses resíduos acarreta perdas ambientais, sociais e econômicas, além de contribuir para as emissões de gases de efeito estufa.

A Economia Circular (EC) surge como alternativa promissora para enfrentar esse desafio, ao propor a redução do desperdício, o uso eficiente de recursos e o reaproveitamento dos resíduos ao longo da cadeia alimentar (EMF, 2017). O reaproveitamento pode ocorrer por meio de doações, compostagem, subprodutos ou outras estratégias que contribuem para mitigar perdas e melhorar a gestão de resíduos, em linha com a abordagem metodológica da Hierarquia de Recuperação de Alimentos (HRA) (WRI BR, 2016).

Diante desse cenário, o presente artigo tem como objetivo analisar o volume de perdas e desperdício de alimentos na Ceasa-PR, com foco na unidade de Curitiba, no período de 2013 a 2020. Busca-se compreender a evolução da geração, destinação e reaproveitamento de FLV, destacando desafios e potencialidades da adoção de práticas circulares na gestão dos resíduos alimentares. O artigo está estruturado em cinco seções: introdução, referencial teórico, metodologia, resultados e considerações finais. São discutidos conceitos de EC, PDA, resíduos agroalimentares e a adaptação da metodologia HRA para construção de um indicador de hierarquia de destinação de resíduos (IHDR).

2 RECUPERAÇÃO DAS PERDAS E DESPERDÍCIOS DE ALIMENTOS NO CONTEXTO DA ECONOMIA CIRCULAR

O êxito no gerenciamento e recuperação dos resíduos orgânicos agroalimentares depende da compreensão da geração da perda e desperdício dos alimentos. De encontro a essa problemática, a EC pode contribuir para que a destinação se dê de forma a reaproveitá-los de maneira eficaz.

Alguns trabalhos têm discutido o desperdício de alimentos e gerenciamento de resíduos nas centrais de abastecimento brasileiras, entretanto, ainda que tenham mensuração e análise dos dados, há carência dessas abordagens relacionando o tema com a EC. Por esse motivo, esta seção trata primeiramente do surgimento do conceito de EC e como tem sido a discussão na literatura. Em seguida, são abordados os conceitos de perdas e desperdício de alimentos, e a EC aplicada ao setor alimentar. Discute-se também o conceito de resíduo agroalimentar, com as principais abordagens usadas na literatura para quantificação das perdas e desperdício de alimentos.

2.1 Economia Circular

Desde a segunda metade do século XX, estudos têm sido realizados com intuito de encontrar soluções sustentáveis e econômicas para o sistema produtivo, visando à redução e reaproveitamento dos resíduos e otimização dos recursos naturais empregados na produção. Um dos precursores foi o economista Kenneth Boulding (1966), trazendo um debate sobre um sistema ecológico cíclico capaz de reproduzir novos recursos, a fim de promover sustentabilidade com fonte de energia renovável por meio da reutilização e reciclagem de materiais. Em 1971, essa discussão foi retomada por Georgescu-Roegen, servindo como base da economia ecológica, um campo em que o conceito de circularidade continua a prevalecer (Weetman, 2019).

Na década seguinte, Walter Stahel (1982) desenvolveu uma abordagem de “ciclo fechado” para processos de produção, buscando objetivos como extensão do ciclo de vida do produto, atividades de condicionamento e prevenção de desperdício. No início dos anos 1990, os economistas David Pearce e Robert Turner abordaram o tema de economia dos recursos naturais com direcionamento à maximização do aproveitamento dos recursos e a diminuição da geração de resíduos, permitindo, assim, potencializar o valor econômico do produto (Pearce; Turner, 1990).

Nos anos 2000, Michael Braungart e William McDonought desenvolveram a ideia de *Cradle to Cradle* (do Berço ao Berço), defendendo que os recursos sejam utilizados por meio de um *design* em um sentido circular de criação e reutilização, de maneira que cada etapa do ciclo seja um começo para um novo material, uma sistematização para a geração de novos insumos regenerativos, criando benefícios econômicos, sociais e ecológicos (Gejer; Tennenbaum, 2017).

Diversas outras linhas de pensamentos, tais como Economia de Performance, Ecologia Industrial, Bioeconomia, Design Regenerativo, Biomimética e Economia Azul colaboraram para a construção e definição de economia fechada passa a ser tratada como EC, retratando a ideia de que a circularidade em sistemas de produção provoca efeitos positivos, como eficiência de recursos, prevenção de resíduos, criação de emprego, incentivo a inovações e ampliação da vida útil dos bens (Stahel, 2016).

De acordo com Fundação Ellen MacArthur (EMF), criada em 2010, a proposta da EC é dissociar a atividade econômica do consumo de recursos finitos e reduzir a geração dos resíduos desde o início do sistema produtivo, construindo capital econômico, natural e social. O sistema de produção circular traz um outro olhar para ideia do desperdício: o que se descarta e, na maioria das vezes, é desperdiçado, passa a ser reinserido em um novo ciclo de produção, recebendo agregação de valor, trazendo a ideia de “resíduo igual a alimento”, ou seja, o resíduo descartado por um determinado processo serve como insumo para outro (EMF, 2015).

A EC requer atividades econômicas de acordo com o princípio 3R: Reduzir, Reutilizar e Reciclar. Reduzir a quantidade de insumos e de geração de resíduos desde o início do processo de produção. A reutilização está envolvida na extensão da intensidade de tempo do produto e serviço (maximizar o ciclo de vida do produto). Reciclar se concentra na regeneração de recursos renováveis após o uso (EMF, 2017).

O modelo de EC pode ser aplicado a todos os sistemas econômicos. Em relação ao sistema alimentar, a implementação desse modelo implica redução e reutilização de resíduos agroalimentares, produção de subprodutos para uso em compostagem de adubo orgânico, geração de energia

por meio da digestão anaeróbica, reprocessamento para uso industrial, dentre outros. Envolve, portanto, toda a cadeia de abastecimento alimentar e promove a interconexão entre os setores (Fassio; Tecco, 2019).

2.2 Perdas e Desperdício de Alimentos (PDA)

O conceito de perda de alimentos (*food loss*) refere-se à diminuição da massa disponível de alimentos para o consumo humano resultante de ineficiências nas cadeias produtivas que incluem as fases de produção, colheita, pós-colheita, armazenamento e transporte. O desperdício (*food waste*) está relacionado ao descarte de alimentos, rejeito intencional de itens, por varejistas e consumidores, relacionado ao comportamento das empresas ou das pessoas em descartar alimentos, mesmo quando ainda estão aptos para o consumo (FAO, 2013).

A FAO (2020) especifica que as “perdas” englobam o total do desperdício e que o descarte é apenas uma parte das perdas. Logo, pode-se usar tanto o termo “*Food Loss* (FL)” quanto “*Food Loss and Waste*” (FLW). Este artigo empregará como equivalentes os termos “perdas e desperdício de alimentos” ou “PDA”.

Para grãos e leguminosas, os resultados de perda são encontrados durante a colheita e o armazenamento. No caso das frutas, raízes e tubérculos, a perda se acentua com as operações de embalagem, manuseio e transporte. Para frutas, a maioria das causas relatadas estão relacionadas ao método de colheita, estágio de maturação, época e cronograma de comercialização, além de condições climáticas adversas, ataques de pragas, insetos e efeitos de doenças (FAO, 2013).

No atacado, como é o caso das Centrais de Abastecimento (CEASA), as causas do desperdício podem estar relacionadas com embalagens impróprias, exigências por padrões estéticos e de qualidade, manuseio inadequado (excesso de “toques no produto”), instalações ou armazenamento inadequados, entre outros (Embrapa, 2017).

A pesquisa de Aguiar (2019), realizada com dados da Ceasa do Distrito Federal, identificou a necessidade de serem adotadas medidas de conscientização e envolvimento dos permissionários, a conscientização dos consumidores quanto ao correto manuseio dos produtos e o desenvolvimento de instalações para o processamento das FLV que são descartadas nos containers, a fim de evitar que sejam destinadas a aterros sanitários.

As perdas e desperdícios nas Centrais de Abastecimentos impactam os preços dos produtos e geram prejuízos tanto para o produtor quanto para os consumidores. Correa (2019) levantou essa discussão em um estudo de caso no estado de Minas Gerais. Os resultados apontaram uma perda total de 25,71% da produção e seleção dos tomates. Para os morangos, a perda total foi de 87,55%. No caso das hortaliças, as perdas foram de 28,37%. A escassez desses produtos elevou os preços pago pelo consumidor.

2.3 Resíduos Agroalimentares

A geração de resíduos e subprodutos é inerente a qualquer setor produtivo. No caso da produção de alimentos, são potencializados pelas perdas e desperdício. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305, de 02.de agosto de.2010, foi um marco regulatório para a problemática dos resíduos sólidos. Contém instrumentos importantes no enfrentamento dos principais problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos (Brasil, 2010).

A PNRS visa à prevenção e à redução na geração de resíduos, com um conjunto de instrumentos para propiciar o aumento da reciclagem e da reutilização dos resíduos sólidos (aquilo que tem valor econômico e pode ser reciclado ou reaproveitado) e a destinação ambientalmente adequada dos rejeitos que não podem ser reciclados ou reutilizados (Costa Filho *et al.*, 2017).

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (MMA), os resíduos orgânicos são constituídos por restos de animais ou vegetais descartados de atividades humanas. Corresponde a uma parcela da Fração Orgânica dos Resíduos Sólidos Urbanos (FORSU), composta por resíduos provenientes do preparo e desperdício de refeições, cascas e vegetais estragados, poda de jardins e de vias públicas (Brasil, 2019). A PNRS contempla os principais aspectos do gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) e distribui a responsabilidade do gerenciamento para todas as esferas do poder público e a população em geral (Brasil, 2010).

Existem procedimentos físicos, químicos e biológicos para o tratamento dos resíduos orgânicos. As principais tecnologias existentes para valorização e tratamento dos resíduos orgânicos são a reciclagem, a compostagem, biodigestão, incineração e aterro (Embrapa, 2006).

A reciclagem é um processo de transformação dos resíduos sólidos, envolvendo a alteração de suas propriedades físicas, químicas ou biológicas, visando à transformação em insumos ou novos produtos. A compostagem é o processo de transformação biológica de resíduos orgânicos. A biodigestão é o processo de digestão anaeróbia, capaz de produzir biogás. A incineração é um processo de oxidação seca à temperatura elevada, que reduz os resíduos orgânicos e combustíveis a matéria inorgânica, diminuindo o peso e o volume dos resíduos (Embrapa, 2017).

A PNRS dispõe de mecanismos que vão de encontro à proposta de EC. Contudo, a implementação do modelo de EC precisa da participação e envolvimento dos agentes econômicos nos processos de políticas públicas que envolvem a cadeia de resíduos sólidos urbanos.

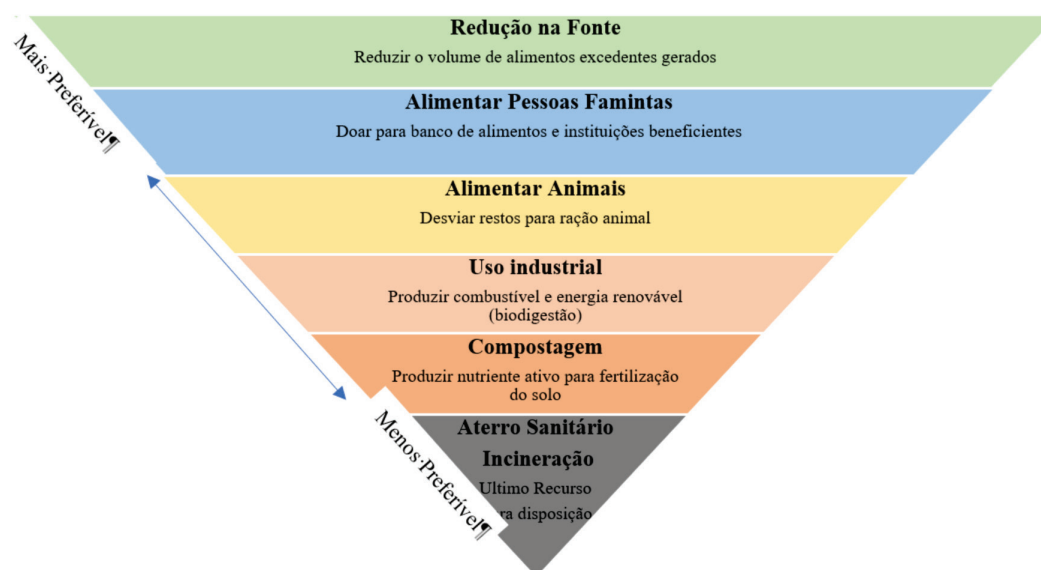
2.4 Hierarquia de Recuperação Alimentar (HRA)

A Hierarquia de Recuperação Alimentar (HRA) é uma metodologia de preferência normativa de destinação dos resíduos alimentares que inclui, de forma ordenada, de maior para menor preferência: prevenção e redução do desperdício; preparação dos resíduos para reutilização; reciclagem e reprocessamento dos produtos e, por último, a disposição em aterro e incineração quando não há possibilidade de recuperação (União Europeia, 2008).

A Agência de Proteção do Ambiente dos EUA (EPA) adaptou a HRA em seis níveis de prioridades, como pode ser observado na Figura 1 (US EPA, 2018). São eles:

1. Redução na fonte: diminuir o volume de resíduos alimentares.
2. Doações de Alimentos.
3. Alimentação de animais, destinando resíduos para ração animal.
4. Uso industrial, viabilizando recursos de fontes de energia alternativas, como, por exemplo, a produção de energia (biogás e biodiesel).
5. Compostagem, criando nutriente ativo para fertilização do solo.
6. Aterro sanitário e Incineração como último recurso para disposição.

Figura 1 – Hierarquia de Recuperação de Alimentos (HRA)



Fonte: Elaboração dos autores (2021). Adaptado de US EPA.

Cada nível da HRA concentra-se em diferentes estratégias de gerenciamento, priorizando ações que as organizações podem tomar para evitar e/ou reaproveitar alimentos perdidos. Segue, portanto, de mais preferível (nível 1) ao menos preferível (nível 6). Nota-se que o objetivo maior é redução de perda e desperdício diretamente na fonte. Quando isso não é possível, a prioridade na destinação é contribuir para redução da insegurança alimentar, por meio de doações aos bancos de alimentos e instituições beneficentes. Em seguida, a destinação para produção de alimentação animal. As demais destinações seguem para fins industriais por meio de energia regenerativa e produção de adubo orgânico. Por fim, como menos preferível, o aterro sanitário e a incineração.

3 METODOLOGIA

3.1 Caracterização da CEASA-PR

As Centrais de Abastecimento (Ceasas) são referência em abastecimento de alimentos hortigranjeiros com segurança alimentar e são espaços diversificados, distribuídos em todo território nacional, que reúnem diversos agentes como produtores, comerciantes, consumidores, prestadores de serviços, agentes públicos e informais em uma intensa relação comercial e social, proporcionando desenvolvimento regional de suma importância (Conab, 2009). A Central de Abastecimento paranaense (Ceasa-PR) é composta por 5 unidades: Curitiba, Londrina, Maringá, Cascavel e Foz do Iguaçu. No ano de 2020, juntas, comercializaram um volume total de 1.253.988 toneladas em produtos, contabilizando um valor total de R\$ 3.234.410.274,10. Na Tabela 1, consta a evolução da comercialização das unidades entre os anos 2013 e 2020.

Nota-se que a unidade de Curitiba tem a maior representatividade em todo período analisado, iniciando em 2013 com volume de comercialização de 685.365 toneladas de alimentos e mantendo-se na liderança; em 2020 comercializou um total de 826.293 toneladas de alimentos. A unidade de Maringá manteve o segundo lugar em comercialização até o ano de 2016, perdendo espaço para a unidade de Londrina a partir de então, uma vez que a última quase dobrou o volume de comercialização em 2020 comparado a 2013.

As principais classes de comercializações de FLV na Ceasa-Curitiba são: frutas nacionais, hortaliças frutos, hortaliças herbáceas e hortaliças tuberosas. As frutas nacionais correspondem a 46% da comercialização de FLV. A banana e a laranja lideraram o *ranking* de vendas, ambas com mais

de 53 mil toneladas comercializadas em 2020. A classe das hortaliças tuberosas representou 25% da comercialização, com destaque para batata, mais de 92 mil toneladas em vendas. As hortaliças fruto, representadas principalmente pelo tomate, tiveram representação de 20% do total de FLV.

Tabela 1 – Volume de comercialização CEASA-PR (t)

Ano	Curitiba	Maringá	Londrina	Foz do Iguaçu	Cascavel	Total	Variação anual
2013	685.365	116.847	87.489	71.737	58.962	1.020.399	-
2014	669.046	116.874	98.265	69.083	62.117	1.015.384	-0,49%
2015	638.451	119.857	68.997	75.058	55.243	957.606	-5,69%
2016	681.775	125.539	81.769	73.223	54.598	1.016.904	6,19%
2017	725.711	126.816	163.539	83.806	47.090	1.146.963	12,79%
2018	739.564	119.516	196.192	82.378	42.458	1.180.108	2,89%
2019	811.014	106.663	195.156	80.497	41.449	1.234.780	4,63%
2020	826.293	101.087	215.647	69.771	41.189	1.253.988	1,56%
Total	5.777.219	933.199	1.107.053	605.554	403.107	8.826.131	-

Fonte: Elaboração dos autores (2021). Dados CEASA-PR.

3.2 Procedimentos Metodológicos e Base de Dados

A pesquisa abordou o estudo de caso do desperdício de FLV por meio da seleção e análise de dados e informações relacionados a perdas de alimentos e à destinação dos resíduos orgânicos na Ceasa-Curitiba. A limitação do estudo de caso se dá pelo fato de não ser possível extrapolar estatisticamente os resultados encontrados para todo o universo de problemas similares. A desvantagem neste tipo de pesquisa é que os dados podem ter vieses e influências não captados pelos números obtidos, como, por exemplo, influências externas dos dados analisados. Por outro lado, por se tratar de dados primários, tem a vantagem de poder descrever as características do fenômeno e estabelecer relações entre variáveis que compõem a prevenção das perdas e desperdício na cadeia de suprimentos alimentares, em especial nas unidades da Ceasa. O caráter explicativo da pesquisa está em identificar o conhecimento da realidade, além de ser, também, de natureza aplicada, pois busca soluções concretas para problemas de fins práticos e reais (Kauark *et al.*, 2010).

Durante a coleta de dados junto à Ceasa-PR, foi levantado o volume (em toneladas) de comercialização de todas as unidades, no período de 2013 a 2020. Depois, para a unidade de Curitiba, foi apurada a representatividade de FLV para o mesmo período. As FLV foram separadas por classe para verificação dos principais produtos comercializados. Para quantificação da PDA apurou-se o volume de produtos não comercializados da Ceasa-Curitiba, por meio de dados mensais referentes à geração de resíduos e doações de alimentos. Foram coletados dados de 2013 a 2020, porém para 2015¹ os dados apresentaram discrepância de valores e foi descartado esse ano nas análises.

Inicialmente, quantificou-se a comercialização total de FLV na Ceasa-Curitiba, compreendendo o período entre 2013 e 2020. Em seguida, foi feita a análise da PDA por meio do volume total não comercializado e de resíduos gerados. Por fim, adaptou-se a metodologia da Hierarquia de Recuperação Alimentar (HRA) para analisar a evolução da destinação e reaproveitamento dos resíduos.

3.3 Construção do Índice de Hierarquia de Destinação de Resíduos (IHDR)

A HRA foi a metodologia escolhida devido ao fato de possibilitar a compreensão das possíveis destinações dos resíduos de PDA do ponto de vista de reaproveitamento desses alimentos, o que vai de encontro com os preceitos de EC. Para adaptação da metodologia HRA ao estudo de caso,

1 Para o ano de 2015, não foram encontrados dados suficientes sobre a apuração e contabilização dos resíduos. De acordo com a CEASA-CURITIBA, houve falhas no registro desses dados. Dessa forma, foi decidido descartar esse ano para análise deste artigo.

fez-se necessário quantificar cada item correspondente aos níveis de prioridades de destinação e verificar como se deu a evolução das destinações correspondentes na Ceasa-Curitiba.

Desta forma, para as destinações, optou-se por um complemento numérico para análise dos resultados de acordo com os critérios da metodologia HRA: a criação de um indicador, o Índice de Hierarquia de Destinação de Resíduos (IHDR), associado à pirâmide HRA e que permite avaliar a evolução do conjunto das destinações ao longo do período, por meio de ponderações. Com isso, foram atribuídos pesos com intervalo [0; 1] para os destinos de PDA conforme os níveis de hierarquia, sendo o peso 0 (zero) considerado o nível menos desejável e o nível 1 mais desejável. No Quadro 1, são apresentados os níveis de Hierarquia de Destinação de Resíduos (HDR) e os respectivos pesos.

Quadro 1 – Atribuições de pesos para os níveis da HDR

	Nível HDR/Destinação	Código Destinação HDR	Peso
↑ Mais desejável	Doação de Alimentos	1	1
	Alimentação Animal	2	0,75
↓ Menos desejável	Uso Industrial	3	0,50
	Compostagem	4	0,25
	Aterro e/ou incineração	5	0

Fonte: Elaboração dos autores com base na ordenação de preferências de destinação da HRA (2021).

Os pesos foram estabelecidos de forma arbitrária, considerando a quantidade de níveis e o intervalo resultante. Pesos maiores que 0,5 representam níveis mais desejáveis de destinação na hierarquia. De forma análoga, pesos menores que 0,5 foram atribuídos para níveis menos desejáveis. A ordenação por mais ou menos desejável dá-se, portanto, de acordo com a indicação de níveis da HRA estabelecidos pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos da América (EPA), como apresentado anteriormente (Item 2.4).

O IHDR representa o somatório da participação das destinações, em relação ao total de PDA, associado ao peso correspondente de cada destinação, com exceção do nível redução na fonte, pois pretende-se analisar as destinações dos resíduos gerados pela Ceasa-Curitiba. De acordo com OCDE (2008), trata-se de um índice do tipo Agregação Aditiva, que se mostrou mais adequado tanto ao tipo de dado quanto ao objetivo da análise. Tal tipo de índice assume a forma geral (Equação 1):

$$CI_c = \sum_{q=1}^Q w_q I_{qc} \quad (1)$$

Sendo,

$\sum_q w_q = 1$; $0 \leq w_q \leq 1$, para todo $q = 1, \dots, Q$ e $c = 1, \dots, M$.

Em que,

q é o indicador individual ($q = 1, \dots, Q$);

w é o peso associado ao indicador individual;

c representa indivíduos, países ($c = 1, \dots, M$); e,

I_{qc} é a pontuação normalizada (com o método máximo-mínimo) do q -ésimo indicador individual ($q = 1, \dots, Q$);

Especificamente, o IHDR é calculado de acordo com a Equação (2), sendo o somatório da participação das destinações, em relação ao total de PDA, ponderado pelo peso correspondente de cada destinação:

$$IHDR = \sum_i^5 \left[\left(\frac{\text{destinação}_i}{PDA} \right) \times w_i \right] \quad (2)$$

Em que,

destinação é a quantidade (t) de cada destinação da HDR;

i é o nível da HDR ($i = 1, \dots, 5$) (Quadro 1);

w é o peso associado ao nível/destinação da HDR (Quadro 1); e,

PDA é o total das destinações (t).

Em função dos pesos adotados, o IHDR varia no intervalo [0;1], onde quanto mais próximo de 1, o resíduo, de forma conjunta, tenderá ao nível de destinação preferível (de acordo com a ordenação da HRA). Por fim, cabe destacar que, no presente estudo, não há a destinação para alimentação animal, mas seu peso foi considerado em função da perspectiva de comparabilidade para possíveis replicação de estudos futuros acerca do tema.

4 RESULTADOS

Os produtos FLV têm como característica serem perecíveis devido à aceleração do processo fisiológico de amadurecimento, o que propicia rapidez na perda de seu valor comercial e potencializa a perda e desperdício desses alimentos (Embrapa, 2016). O foco de análise deste estudo esteve no volume dos produtos que perderam o valor de comercialização na unidade de Curitiba, que serão denominados a partir daqui como “Não Comercializáveis”.

Como foi tratado no Item 2.2, as perdas e desperdício de alimentos referem-se à diminuição da quantidade disponível e ao descarte intencional de alimentos mesmo quando ainda estão aptos para o consumo (FAO, 2013). Neste sentido, os produtos Não Comercializados da Ceasa-Curitiba caracterizam-se, portanto, como PDA. Os comercializáveis são produtos que tiveram entrada e saída, compra e venda. Na Tabela 2, estão descritas as quantidades de produtos, em toneladas, comercializados e não comercializados na Ceasa-Curitiba entre os anos 2013 e 2020, com exceção do ano 2015.

Tabela 2 – Volume de comercialização e PDA de FLV da Ceasa-Curitiba (t)

Ano	Comercializados	PDA	(%)
2013	670.503	11.987	1,79
2014	659.369	12.708	1,93
2016	672.232	10.878	1,62
2017	712.093	13.945	1,96
2018	726.503	14.488	1,99
2019	795.993	15.554	1,95
2020	809.726	14.268	1,76
Média	720.917	13.404	1,86

Fonte: Elaboração dos autores (2021). Dados CEASA-CURITIBA.

Em relação a FLV, os dados mostram que o total de PDA representou em média 1,86% nos anos analisados. Apesar de, relativamente, parecer pouco, significa, em média, 13.404 toneladas de perdas e desperdícios por ano. Com a separação de FLV Não Comercializados (PDA), a Ceasa-PR destina os resíduos alimentares que ainda estão aptos para o consumo humano como doações de

alimentos. Os demais resíduos que não servem para o consumo humano são destinados a outros fins, como mostrado a seguir. Neste artigo, o total de PDA da Ceasa-PR divide-se em duas categorias: doação de alimentos e resíduos de FLV.

Na Tabela 3, constam a distribuição das quantidades de PDA, em toneladas, as proporções de doação de alimentos e dos resíduos de FLV. No período analisado, foram doados em média 1.901 toneladas de alimentos por ano, o que corresponde a 13,93% da PDA. Os resíduos que não servem para o consumo humano representam em média 86,07% das perdas.

Tabela 3 – Distribuição do volume de PDA de FLV na Ceasa-Curitiba (t)

Ano	PDA	Resíduos FLV	Representação FLV (%)	Doação de alimentos	Representação doação de alimentos (%)
2013	11.987	10.220	85,26	1.767	14,74
2014	12.708	11.681	91,92	1.027	8,08
2016	10.878	9.755	89,67	1.123	10,33
2017	13.945	12.367	88,68	1.578	11,32
2018	14.488	12.387	85,50	2.101	14,50
2019	15.554	12.984	83,47	2.571	16,53
2020	14.268	11.128	78,00	3.140	22,00
Média	13.404	11.503	86,07	1.901	13,93

Fonte: Elaboração dos autores (2021). Dados Ceasa-PR.

As doações de alimentos são, portanto, a fração da PDA que pode ser reaproveitada para o consumo humano. A distinção dos demais resíduos se faz necessária, uma vez que, ao serem consumidos em forma de alimentos, a doação mantém a destinação original do produto para o fim a que foi proposto. Do ponto de vista econômico, a doação de alimentos não propicia valor financeiro à Ceasa por não ser um produto comercializável. Entretanto, cumpre o seu papel social ao contribuir para a segurança alimentar da comunidade em que está inserida. Os resíduos FLV são a fração da PDA que não pode ser reaproveitada para o consumo humano.

4.1 Identificação das destinações dos resíduos alimentares resultantes das perdas e desperdício de alimentos (PDA)

Os agentes de comercialização da Ceasa-Curitiba precisam apresentar, junto ao órgão competente municipal, um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, observados os princípios da redução, do reaproveitamento e da reciclagem (3Rs), além de outras formas de valorização dos resíduos, oferecendo uma destinação final adequada. No período analisado (2013 a 2020), foi identificado que a Ceasa-Curitiba destina a PDA para: Doação ao Banco de Alimentos, Aterro Sanitário, Compostagem e Uso industrial.

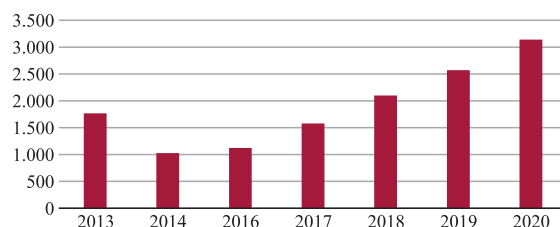
4.1.1 Doações de alimentos

A Lei nº 14.016, de 23 de junho de 2020, sobre a doação de alimentos, no Artigo 1º, autoriza os estabelecimentos que produzam e/ou forneçam alimentos a doar os excedentes não comercializados e ainda próprios para o consumo humano atendendo aos seguintes critérios: i) que estejam dentro do prazo de validade; ii) que não tenham comprometido sua integridade e segurança sanitária, mesmo que haja danos à sua embalagem; iii) que tenham mantidas suas propriedades nutricionais e a segurança sanitária, ainda que tenham sofrido dano parcial ou apresentem aspecto comercialmente indesejável (Brasil, 2020).

O Inciso 2º do Artigo 1º diz que a doação poderá ser feita diretamente, em colaboração com o poder público, ou por meio de bancos de alimentos, de outras entidades beneficentes de assistência social certificadas na forma da lei. A Rede Brasileira de Bancos de Alimentos busca con-

tribuir para a diminuição do desperdício de alimentos no Brasil: em 2017, havia 218 unidades em funcionamento que, juntas, distribuíram mais de 59 mil toneladas de alimentos de forma gratuita (Brasil, 2020). No Gráfico 1, nota-se que o volume de doações ao Programa Banco de Alimentos vem aumentando e, em 2020, chegou a um volume de 3.140 toneladas (22% da PDA), que atendeu a mais de 100 entidades beneficentes.

Gráfico 1 – Volume de doações de alimentos da Ceasa-Curitiba (t)



Fonte: Elaboração dos autores (2021). Dados CEASA-PR.

A Organização Mundial da Saúde (OMS), juntamente com a FAO, recomenda o consumo diário de 400 gramas de FLV (WHO e FAO, 2017). Entretanto, a Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF 2017-2018) feita pelo IBGE apontou que, no Brasil, o consumo diário de frutas e hortaliças está abaixo do que é esperado e corresponde a um quarto da recomendação (IBGE, 2020). Tomando por base que o consumo diário médio per capita brasileiro é de aproximadamente 100 gramas de FLV, a quantidade de doações da Ceasa-Curitiba em 2020 tem potencial de alimentar aproximadamente 86 mil pessoas diariamente.

O ano de 2014 apresentou a menor média mensal de doações de alimentos no período analisado. Entretanto, nos anos seguintes, registrou-se um aumento no volume doado, alcançando, em 2020, uma variação média de 64% em relação a 2013. Dentre alguns fatores que podem ter contribuído para que a doação de alimentos apresentasse a menor média em 2014, nota-se o aumento na destinação para o aterro nesse ano, como será mostrado a seguir. Para que o alimento perdido ou desperdiçado possa ser encaminhado à doação, é necessária a separação, em tempo ágil, das FLV que estejam aptas ao consumo, para que não implique perdas nutricionais e seja reaproveitado o máximo possível do produto.

4.1.2 Aterro Sanitário

De acordo com a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe), em 2019, a Região Sul do Brasil destinou 87% dos resíduos em aterro sanitários (Abrelpe, 2020). Na Tabela 4, pode ser observado que, entre 2014 e 2017, o percentual destinado ao aterro manteve-se elevado na unidade de Curitiba, chegando a mais de 74% do total dos Resíduos FLV em 2016. A partir de 2018, nota-se uma queda e, ao final do período analisado, a CEASA destinou apenas 15,04% ao aterro.

Tabela 4 – Resíduos de FLV da Ceasa-Curitiba destinados ao Aterro (t)

Ano	Resíduos FLV	Destinados ao aterro sanitário	Representação do aterro (%)
2013	10.220	2.262	22,14
2014	11.681	5.933	50,79
2016	9.755	7.273	74,56
2017	12.367	8.043	65,04
2018	12.387	6.133	49,51
2019	12.984	4.192	32,29
2020	11.128	1.673	15,04
Média	11.503	5.073	44,20

Fonte: Elaboração dos autores (2021). Dados CEASA-PR.

O Aterro Sanitário é considerado, pela PNRS, destinação ambientalmente adequada somente para rejeitos, resíduos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos viáveis, não possuem outra possibilidade que não a disposição final (Brasil, 2010). Do ponto de vista da EC, além do elevado custo para disposição, existem outras destinações mais viáveis economicamente e que causam menor impacto ambiental. Portanto, o aterro deve ser a última opção de destino, o que inclusive está de acordo com a hierarquização de destinações da HRA.

4.1.3 Compostagem

A compostagem é considerada uma opção sustentável para tratar resíduos orgânicos e reaproveitá-los como corretivo do solo e fertilizante (Embrapa, 2006). Nota-se, na Tabela 5, que a Ceasa-Curitiba, em 2013, destinou mais de 77% do volume de resíduos para compostagem. Em 2014, ainda era o principal destino dos resíduos. Nos anos 2016 e 2017, houve queda na destinação, influenciada principalmente pelo aumento no volume destinado ao aterro. A partir de 2018, as quantidades diminuíram de forma expressiva, chegando a não ter nenhum volume para compostagem em 2019. No último ano da série, 2020, constitui apenas 13,52% do volume total de resíduos de FLV.

Tabela 5 – Resíduos de FLV da Ceasa-Curitiba destinados à Compostagem (t)

Ano	Resíduos FLV	Compostagem	Representação da compostagem (%)
2013	10.220	7.958	77,86
2014	11.681	7.232	61,91
2016	9.755	4.379	44,89
2017	12.367	4.463	36,09
2018	12.387	661	5,34
2019	12.984	0	0
2020	11.128	1.505	13,52
Média	11.503	3.743	34,23

Fonte: Elaboração dos autores (2021). Dados CEASA-PR.

O êxito da destinação adequada dos resíduos depende da coleta seletiva dos resíduos orgânicos. Os critérios técnicos de seleção da compostagem são essenciais para a obtenção de composto de qualidade para uso agrícola e para tornar a gestão viável economicamente (Hanson *et al.*, 2016). Nos anos 2016 e 2017, possivelmente não houve ações que intensificassem a coleta seletiva dos resíduos devido ao aumento na destinação para aterro e a queda na destinação da compostagem (Tabelas 4 e 5). A partir de 2018, observa-se a seleção dos resíduos para destinação principalmente do uso industrial, como mostrado a seguir.

4.1.4 Uso Industrial

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) trouxe como alguns dos objetivos a adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias apropriadas de forma de minimizar impactos ambientais inerentes à gestão e disposição dos resíduos. A recuperação energética de resíduos sólidos também foi incluída como uma das possibilidades para a destinação final ambientalmente adequada (Artigo 9º, Inciso 1º), sendo uma alternativa para melhor aproveitamento dos materiais que são considerados rejeitos e seguiriam para unidades de disposição final (Brasil, 2010).

A partir de 2018, como demonstrado na Tabela 6, a Ceasa-Curitiba passou a destinar a maior parte dos seus resíduos orgânicos a uma empresa que possui usina de bioenergia. O biogás, resultante da geração dos resíduos é, portanto, energia renovável, limpa e sustentável, proporcionando redução na pegada de carbono.

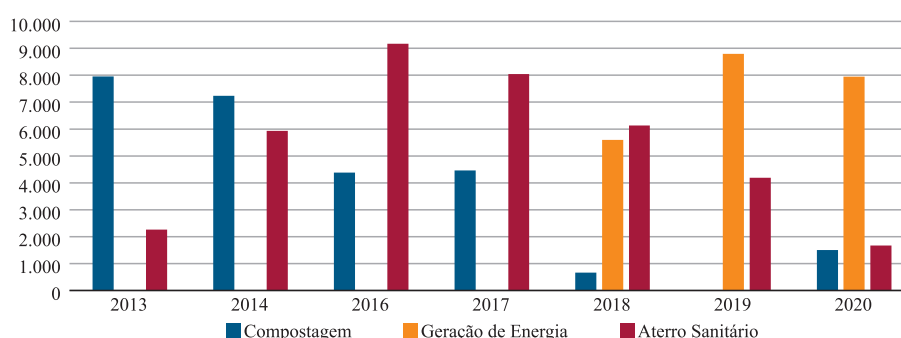
Tabela 6 – Resíduos de FLV da Ceasa-Curitiba destinados à Uso Industrial (t)

Ano	Resíduos FLV totais	Destinados a uso industrial	Representação do uso industrial (%)
2018	12.387	5.593	45,15
2019	12.984	8.791	67,71
2020	11.128	7.950	71,44
Média	12.166	7.445	61,43

Fonte: Elaboração dos autores (2021). Dados CEASA-PR.

A participação de cada destinação e as mudanças nas composições, ao longo do período analisado, podem ser observadas no Gráfico 2, que indica o volume de destinação dos resíduos. Nota-se que a compostagem era a principal destinação em 2013. O aterro sanitário ganhou força a partir de 2014, atingindo mais de 9 mil toneladas em 2016. A partir de 2018, parte dos resíduos foram destinados ao uso industrial, absorvendo a maior parte do volume que era destinado à compostagem, diminuindo a quantidade disposta em aterro.

Gráfico 2 – Destinação de Resíduos FLV da Ceasa-Curitiba (t)



Fonte: Elaboração dos autores (2021). Dados CEASA-PR.

Observa-se que a Ceasa-Curitiba mudou a composição da destinação ao longo do período analisado. O aterro sanitário, expressivo entre os anos 2014 e 2018, diminuiu a partir de 2019, fato positivo, considerando os preceitos de EC e o cumprimento da PNRS, que recomenda o aterro apenas quando não existe possibilidade de recuperação dos resíduos dadas as tecnologias existentes.

4.2 Evolução da destinação de PDA da Ceasa-Curitiba segundo a HRA

Para adaptação dos resultados à metodologia HRA, primeiramente, seria necessário verificar, para cada ano, a redução na fonte (1º nível da HRA), ou seja, o quanto a Ceasa-Curitiba conseguiu reduzir de PDA. Entretanto, a metodologia não mostra como é mensurado. Sendo assim, optou-se por calcular um valor estimado do quanto a Ceasa-Curitiba teria reduzido de desperdício se mantivesse o percentual de perdas do ano anterior (Tabela 7).

Tabela 7 – Destinação total de Resíduos da Ceasa-Curitiba (t)

Ano	Comercializado	PDA	Compostagem	Uso industrial	Aterro	Doações alimentos	Redução na fonte
2013	670.008	11.987	7.958	0	2.262	1.767	
2014	659.369	12.708	7.232	0	4.449	1.027	-911
2016	672.232	10.878	4.379	0	5.375	1.123	2.078
2017	712.093	13.945	4.463	0	7.903	1.578	-2.422
2018	726.503	14.326	661	5.593	6.133	1.939	-99
2019	795.993	15.356	0	8.791	4.192	2.373	340
2020	809.726	14.026	1.505	7.950	1.673	2.898	1.595
Total	5.045.924	93.227	26.198	22.335	31.989	12.705	581
Média	720.846	13.318	3.743	3.191	4.570	1.815	97

Fonte: Elaboração dos autores (2021). Dados Ceasa-PR.

Para o ano 2013, não foi possível calcular a redução na fonte por se tratar do primeiro período da análise e não ter dados referentes ao percentual de resíduos gerados no ano anterior. Os valores negativos indicam que não houve redução na fonte e que o volume de resíduos aumentou naquele ano. Valores positivos indicam que a unidade atacadista conseguiu reduzir as perdas de alimentos.

Analisando os dados, verifica-se que a Ceasa-Curitiba conseguiu reduzir a geração de volume dos resíduos alimentares nos anos 2016, 2019 e 2020, obtendo em todo o período uma redução na fonte de 581 toneladas de desperdício.

Contudo, o foco deste artigo é analisar a evolução das destinações dos resíduos. A redução na geração de resíduos na fonte, apesar de constar na metodologia HRA, não se refere à destinação, apenas indica se a geração de resíduos aumentou ou diminuiu no período.

Tabela 8 – Participação anual da destinação dos resíduos em relação à geração total de PDA (%)

Ano	Compostagem	Uso industrial	Aterro	Doações alimentos	Alimentação animal	Total PDA (t)
2013	0,66	0,00	0,19	0,15	0,00	11.987
2014	0,57	0,00	0,35	0,08	0,00	12.708
2016	0,40	0,00	0,49	0,10	0,00	10.878
2017	0,32	0,00	0,57	0,11	0,00	13.945
2018	0,05	0,39	0,43	0,14	0,00	14.326
2019	0,00	0,57	0,27	0,16	0,00	15.356
2020	0,11	0,57	0,12	0,21	0,00	14.026

Fonte: Elaboração dos autores (2021). Dados CEASA-PR.

Com isso, a análise dos dados seguiu-se apenas para as destinações por meio da doação de alimentos, compostagem, uso industrial e aterro sanitário. Fez-se necessária, conforme apontado anteriormente, a criação de um complemento numérico, o Indicador de Hierarquia de Destinação de Resíduos (IHDR), associado à metodologia HRA, que possibilitasse acompanhar a evolução do conjunto das destinações ao longo do período. Desse modo, parte-se do percentual anual da recuperação dos resíduos alimentares em relação à geração total de PDA (Tabela 8), lembrando que, para alimentação animal, não há dados de destinação da Ceasa, mas a estrutura foi mantida para permitir futuras comparações.

Os percentuais são calculados em relação aos resíduos de PDA, para permitir comparabilidade ao longo do tempo e entre "geradores", por exemplo, Ceasas com diferentes volumes comercializados. Dessa forma, o IHDR representa o somatório da participação das destinações, em relação ao total de PDA, associado ao peso correspondente de cada destinação. O índice foi calculado anualmente e é apresentado na Tabela 9, compreendendo o período entre 2013 e 2020.

Tabela 9 – IHDR Ceasa-Curitiba

Ano	2013	2014	2016	2017	2018	2019	2020
IHDR	0,31	0,22	0,20	0,19	0,34	0,44	0,52

Fonte: Elaboração dos autores (2021).

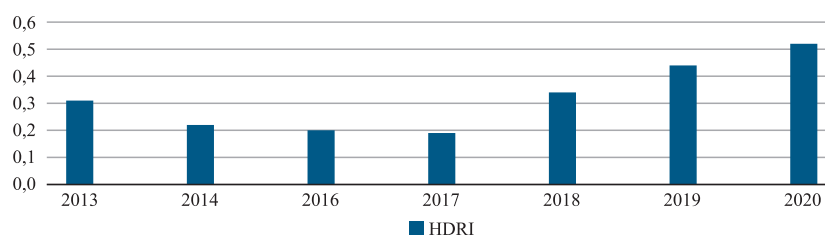
O menor valor do indicador, portanto, o menos desejável, seria IHDR igual a 0 (zero), quando toda a destinação fosse para o aterro sanitário, não sendo possível a recuperação desses resíduos. O mais desejável seria IHDR igual a 1. Nesse caso, toda a destinação seria convertida em doação de alimentos.

Nota-se que o índice IHDR em 2013 foi de 0,31, ano em que a compostagem representou 66% da disposição da PDA. Nos anos seguintes, há queda no índice. Em 2014, nota-se IHDR de 0,22. Nesse ano, como já apresentado na seção 4.1.1, a doação de alimentos teve a menor média do período, e a participação para a destinação ao aterro alcançou 35%, contribuindo, portanto, para níveis menos desejáveis.

Em 2016, a compostagem e doação de alimentos representaram, juntas, 50% de destinação. Porém, nesse ano, o aterro foi a destinação de 49% dos resíduos, fazendo com que o IHDR diminuísse ainda mais. O ano de 2017 apresentou o menor valor de IHDR encontrado para série, 0,19, impulsionado pelo aterro que representou 57% da destinação da PDA. No ano 2018, apesar do aterro representar 43% da destinação, a unidade atacadista destinou 39% da PDA ao uso industrial e 13% à doação de alimentos, o que possibilitou a elevação do IHDR para 0,34.

Os dois últimos anos da série apresentam comportamento crescente do índice, alcançando, em 2020, IHDR de 0,52, em direção a níveis mais desejáveis na hierarquia. As principais contribuições foram a redução expressiva na destinação ao aterro, chegando a 12%, o aumento no volume de doações de alimento (21%) e destinação para o uso industrial, que alcançou neste ano 57% do total da PDA. No Gráfico 3, percebe-se que a Ceasa-Curitiba, ao longo do período analisado, aumentou o volume para destinações de PDA mais desejáveis, de acordo com a metodologia HRA.

Gráfico 3 – Evolução do IHDR da Ceasa-Curitiba



Fonte: Elaboração dos autores (2021).

Verifica-se que o IHDR permite acompanhar, ao longo do tempo, o resultado do conjunto das ações em uma determinada etapa da cadeia produtiva, no caso a Ceasa-Curitiba. Em outras palavras, possibilita avaliar se houve melhoria no padrão de destinação da PDA. O índice não é um fim em si, mas uma forma complementar de visualização dos resultados e permitiu a adaptação da metodologia HRA para este estudo de caso, dando resposta aos objetivos da pesquisa.

Um estudo considerando a comercialização de 15 Ceasas no Brasil, no ano de 2017, realizado por Mendes (2019), fez menção à metodologia HRA, porém não chegou a aplicar a relação do modelo ao estudo. O trabalho mostrou que o percentual de perdas de alimentos nas unidades analisadas foi de 0,98% e que foram gerados um volume de 105.717,5 toneladas de resíduos orgânicos. No presente artigo, a partir do indicador IHDR, foi possível verificar a evolução das destinações no período e identificar que a Ceasa-Curitiba tem iniciativas de EC e vem alterando a composição das destinações para os níveis mais desejáveis da hierarquia de recuperação de resíduos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo propôs uma contribuição para a discussão e desenvolvimento de projetos de implantação da EC e tomada de decisão, tanto no âmbito dos agentes da Ceasa do estado do Paraná como de demais atores dos setores público e privado envolvidos com questões de gestão de resíduos ocasionados por perdas e desperdício de alimentos.

Os resultados do trabalho apontam uma consonância com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas, pois indicam que a Ceasa-Curitiba tem contribuído para segurança alimentar (ODS 2) por meio da doação ao banco de alimentos, empregando seus resíduos na produção de energia renovável e compostagem, buscando, assim, o uso eficiente dos recursos (ODS 12).

A queda na destinação dos resíduos orgânicos ao aterro e a busca por destinos com tecnologias de reaproveitamento indica que a unidade atacadista de Curitiba tem procurado cumprir as determinações da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

No que diz respeito à EC, a unidade atacadista proporcionou o retorno de parte dos resíduos à agricultura ao fazer a transformação em composto orgânico. A destinação para o uso industrial por meio de usina de biogás agrega valor aos resíduos, proporcionando melhorias na rentabilidade da Ceasa. A parceria com produtores e permissionários por meio da coleta e repasse, ao Banco de Alimentos, de produtos sem padrão de comercialização, porém ainda em boas condições de consumo, proporciona o fluxo desses alimentos.

A adaptação da metodologia HRA e as concepções da EC foram diferenciais deste trabalho, visto a carência dessas abordagens nos demais trabalhos relacionados ao tema. Em relação à metodologia HRA, o avanço foi poder propor um índice (IHDR) capaz de comparar a evolução das destinações para o caso da Ceasa-Curitiba.

Entre as sugestões para estudos futuros, tem-se, em primeiro lugar, a proposta da disponibilização da segregação dos dados por parte das Ceasas. Além dela, a pesquisa e entrevista diretamente com os agentes envolvidos na comercialização da Ceasa a fim de investigar as causas do desperdício e quais ações podem ser implantadas para redução das perdas. Vale ressaltar que o presente estudo se deu em período de pandemia da covid 19, o que impossibilitou a pesquisa presencial.

Outra possibilidade de novas pesquisas é a extensão dos preceitos de EC, visando aos impactos sócios econômicos e ambientais resultantes da redução das perdas e desperdício, verificar os índices de sustentabilidade e propor o estudo aplicado às Ceasas. Por fim, poderia estender o estudo direcionado às demais unidades que compõem a Ceasa-PR e as demais Ceasas brasileiras, para que pudesse realizar comparações e futuras contribuições.

REFERÊNCIAS

ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**, 2020. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em 18 dez. 2020.

AGUIAR, R. C. C. **O papel na logística de suprimentos na redução do desperdício de fruta, verduras e legumes**. Um estudo multicaso com distribuidores varejistas. 181 f. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Agronegócios, Universidade de Brasília. Brasília, 2019.

BRASIL - PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, SUBCHEFIA PARA ASSUNTOS JURÍDICOS. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em 20 abr. 2020.

_____. Lei nº 14.016 de 23 de junho de 2020. Dispõe sobre o combate ao desperdício de alimentos e a doação de excedentes de alimentos para o consumo humano. **Diário Oficial da União**, 2020. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/L14016.htm>. Acesso em 06 maio 2021.

_____. SECRETARIA DE BIODIVERSIDADE. Agenda Ambiental na Administração Pública. Gestão adequada dos resíduos gerados. **Ministério do Meio Ambiente**, 2019. Disponível em: <<http://a3p.mma.gov.br/gestao-adequada-dos-residuos-gerados>>. Acesso em 22 dez. 2020.

CEASA-PR - CENTRAIS DE ABASTECIMENTO DO PARANÁ. **Unidade atacadistas**. Curitiba, 2020. Disponível em <<http://www.ceasa.pr.gov.br/Pagina/Unidades-Atacadistas>>. Acesso em 04 abr 2021.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Diagnóstico dos mercados atacadistas de hortigranjeiros, 2019**. Distrito Federal, 2019. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/hortigranjeiros-prohort/publicacoes-do-setor-hortigranjeiro/item/download/627_eeb4e5693e2d6b07e8929c7ebf9df062>. Acesso em 04 maio 2021.

CORREA, T. T. **Os impactos das perdas na cadeia de produção e distribuição de hortifrutti no custo final do produto**. 2019. 85 f. Dissertação de Mestrado. Economia do Agronegócio. Escola de Economia de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas. São Paulo, 2019. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/27308>>. Acesso em 08 abr. 2020.

COSTA FILHO, D. V.; SILVA, A. J.; SILVA, P. A. P.; SOUSA, F. C. Aproveitamento de resíduos agroindustriais na elaboração de subprodutos. In: **II Congresso Internacional das Ciências Agrárias-COINTER-PDVAgro**. Recife, 2017. Disponível em: <<https://cointer-pdvagro.com.br/wp-content/uploads/2018/02/aproveitamento-de-res%c3%8dduos-agroindustriais-na-elabora%c3%87%c3%83o-de-subprodutos.pdf>> Acesso em 01 mar. 2021.

DERAL - DEPARTAMENTO DE ECONOMIA RURAL. Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Paraná. **Olericultura. Análise da Conjuntura**, Curitiba, 2020 Disponível em: <https://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2019-12/olericultura_2020.pdf>. Acesso em 02 jun. 2021.

_____. **Fruticultura Análise da Conjuntura**, Curitiba, 2020 Disponível em: <https://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2020-01/fruticultura_2020.pdf>. Acesso em 02 jun. 2021.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Embrapa, WWF-Brasil e FAO lançam desafio para reduzir desperdício de alimentos**. Distrito Federal, 8 nov. 2016. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/17888982/embrapa-wwf-brasil-e-fao-lancam-desafio-para-reduzir-desperdicio-de-alimentos>>. Acesso em 06 dez. 2020.

_____. **Prosa Rural - Compostagem de resíduos vegetais**. 13 nov. 2006. Distrito Federal, 2016. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2519426/prosa-rural---compostagem-de-residuos-vegetais>>. Acesso em 20 dez. 2020.

_____. **Sustentabilidade e horticultura no Brasil: da retórica à prática**. Distrito Federal, 2017. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/162821/1/Sustentabilidade-e-horticultura.pdf>>. Acesso em 02 maio 2021.

EMF - ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Rumo à Economia Circular: o Racional de Negócio para Acelerar a Transição**. [s.l.], 2015. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/Rumo-a%CC%80-economia-circular_Updated_08-12-15.pdf>. Acesso em 25 abr. 2020.

_____. **Conceito de Economia Circular**. [s.l.], 2017. Disponível em: <<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/economia-circular/conceito>>. Acesso em 25 abr. 2020.

COMISSÃO EUROPEIA. Europa 2020. Estratégia para um crescimento inteligente, sustentável e inclusivo. **Comissão Europeia, Bruxelas**, v. 3, 2010. Disponível em: <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/ALL/?uri=celex%3A52010DC2020>>. Acesso em 25 nov. 2020.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Food wastage footprint: impacts on natural resources**. Summary report. 2013. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/i3347e/i3347e.pdf>>. Acesso em 20 out. 2020.

_____. **The State of Food Security and Nutrition in the World**, Rome, 2020. Disponível em <<http://www.fao.org/3/ca9692en/ca9692en.pdf>>. Acesso em 16 dez. 2020

_____. **Food Loss and Waste Measurement linked to the Food Loss Analysis Methodology**. Regional Conference for Latin America and the Caribbean Thirty-sixth Session Managua, Nicaragua, 2020. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/nc562en/nc562en.pdf>>. Acesso em 20 jan 2021

FASSIO, F.; TECCO, N. Circular economy for food: A systemic interpretation of 40 case histories in the food system in their relationships with SDGs. **Systems**, v. 7, n. 3, p. 43, [s.l.], 2019. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2079-8954/7/3/43>>. Acesso em 25 ago. 2020.

GEORGESCU-ROEGEN, N. **The entropy law and the economic process**. Harvard University Press, Cambridge, 1971.

GEJER, L.; TENNENBAUM, C. Os três princípios do design circular Cradle to Cradle: **Ideia Circular**. E-book. São Paulo, 2017. Disponível em: <<https://www.ideiacircular.com/os-3principios-do-design-circular-cradle-to-cradle/>>. Acesso em 05 maio 2020.

HANSON, C. *et al.* **Food Loss and Waste Accounting and Reporting Standard**. [s.l.], 2016. Disponível em: <https://files.wri.org/d8/s3fs-public/FLW_Standard_final_2016.pdf>. Acesso em 26 set. 2020.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Brasil em Números**, v. 28. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2/bn_2020_v28.pdf>. Acesso em: 07 jan. 2021.

_____. **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2017-2018**. Análise do consumo alimentar pessoal no Brasil. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101742.pdf>>. Acesso em 18 abr. 2021

KAUARK, *et al.* **Metodologia da pesquisa**: um guia prático. Via Litterarum, Bahia, 2010.

MENDES, D. B. **Perdas de alimentos nas centrais de abastecimento do Brasil**: e a importância da hierarquia de recuperação dos alimentos. 96 f. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Planejamento Ambiental, Universidade Católica do Salvador. Salvador, 2019.

MCDONOUGH, W.; BRAUNGART, M. **Cradle to cradle**: Remaking the way we make things. North point press, 2010.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Agenda 2030. **Os 17 objetivos para transformar o mundo**. [s.l.], 2015. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>>. Acesso em 20 maio 2020

OECD - ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. Factbook 2008. Paris, France: OECD publishing, 2008. PEARCE, D. W.; TURNER, R. K. **Economics of natural resources and the environment**. JHU press, 1990.

STAHEL, W. R. The product life factor. **An Inquiry into the Nature of Sustainable Societies: The Role of the Private Sector (Series: 1982 Mitchell Prize Papers)**, NARC, 1982

STAHEL, W. R. The circular economy. **Nature**, v. 531, n. 7595, p. 435-438, 2016.

US EPA. United States Environmental Protection Agency. **The Food Recovery Hierarchy**, 2018. Disponível em: <<https://www.epa.gov/sustainable-management-food/food-recovery-hierarchy>>. Acesso em 05 nov. 2020.

WRI BR - WORLD RESOURCES INSTITUTE. **Padrão para Contabilizar e Relatar a Perda e o Desperdício de Alimentos**. 2016. Disponível em: <https://wribrasil.org.br/sites/default/files/Padrao-PDA_resumo-executivo.pdf>. Acesso em 25 out. 2020.

WEETMAN, C. **Economia circular**: conceitos e estratégias para fazer negócios de forma mais inteligente, sustentável e lucrativa. Autêntica Business, 2019.

EVOLUÇÃO DA QUALIDADE DA EDUCAÇÃO BÁSICA NO BRASIL E EM SUAS UNIDADES FEDERATIVAS

Evolution of the quality of basic education in Brazil and its federative units

Gabriel Domingues Justo

Economista. Doutor em Economia pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Econômicas da Universidade Estadual de Maringá. Ex-Bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). gjeconomia2014@gmail.com

Marina Silva da Cunha

Economista. Doutora em Economia Aplicada. Professora titular do Departamento de Economia e do Programa de Pós-Graduação em Ciências Econômicas da Universidade Estadual de Maringá. Bolsista em produtividade e pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Av. Colombo 5790, Bloco C34, sala 5. CEP: 87020-900, Maringá, PR. mscunha@uem.br

Resumo: Qualidade da educação é fundamental para o desenvolvimento. Assim, analisou-se a evolução da qualidade da educação básica no Brasil com dados do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) de 1995 a 2019, totalizando 25 anos. A metodologia do SAEB permite avaliar o progresso intertemporal no conhecimento agregado pelos alunos. Uma análise de convergência também é realizada para verificar se UFs (Unidades Federativas) com menor qualidade de educação, em 1995, tem obtido êxito em se aproximar das que oferecem qualidade melhor. Os resultados para o país, em todos os níveis de ensino, mostram aumento total na proficiência média de, apenas, 5,70%. Nas UFs, a melhoria mais significativa na qualidade ocorreu nas fases iniciais do ensino fundamental, em especial no Acre e no Ceará. Porém, no ensino médio, quase 80% das UFs tiveram queda da qualidade em, no mínimo, uma das disciplinas. Constatou-se uma taxa de convergência significativa, principalmente, na 8/9ª série do ensino fundamental e ensino médio. Mas, isso ocorreu devido à piora da qualidade nas regiões que tinham desempenho melhores e não devido à melhoria consistente das regiões que estavam piores, notadamente, no ensino médio. Portanto, o país precisa redesenhar as políticas públicas, principalmente, às voltadas ao ensino médio.

Palavras-chave: Economia, Desenvolvimento, SAEB.

Abstract: Quality of education is fundamental for development. Thus, the evolution of the quality of basic education in Brazil was analyzed based on data from the Basic Education Assessment System (SAEB) from 1995 to 2019, totaling 25 years. The SAEB methodology allows for the assessment of intertemporal progress in the knowledge aggregated by students. A convergence analysis is also carried out to verify whether UFs (Federative Units) with lower quality of education have been successful in approaching those that offer better quality. The results for the country, at all levels of education, show a total increase in average proficiency of only 5.70%. In the UFs, the most significant improvement in quality occurred in the early stages of elementary education, especially in Acre and Ceará. However, in secondary education, almost 80% of the UFs had a drop in quality in at least one of the disciplines. A significant convergence rate was found, mainly in the 8th/9th grade of fundamental education and in high school. However, this occurred due to the worsening of quality in the regions that had better performance and not due to the consistent improvement of the regions that were worse off, notably, in secondary education. Therefore, the country needs to redesign public policies, especially those aimed at secondary education.

Keywords: Economy, Development, SAEB.



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil tem se empenhado na melhoria das métricas quantitativas relacionadas à educação básica, tais como: aumentar matrículas na escola, promover a elevação dos anos completos de escolaridade, redução da evasão escolar, diminuição da repetência escolar etc. Nestes quesitos quantitativos, o país tem melhorado em especial na região Nordeste. A melhoria de tais indicadores é fundamental para o desenvolvimento da nação. Entretanto, além do tempo que um indivíduo permanece na escola, a quantidade de conhecimento adquirido ao longo de tal período é um aspecto crucial para o seu desenvolvimento e, por sua vez, da nação.

Porém, a melhoria de medidas quantitativas não implica, necessariamente, melhorias de aprendizado. Angrist *et al.* (2021) mostram que a lacuna entre escolaridade e aprendizagem é aguda nos países em desenvolvimento. Os autores constroem um banco de dados de resultados de aprendizado globalmente comparáveis para países, abrangendo 98% da população global de 2000 a 2017. Constatam que o progresso global na aprendizagem tem sido limitado, apesar do aumento das matrículas no ensino básico. O Brasil é citado como um país com alta escolaridade esperada comparada a outros países em desenvolvimento, mas com baixo aprendizado.

Em 2018, segundo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), dentre os 78 países participantes da avaliação do *Programme for International Student Assessment* (PISA), 68,1% dos estudantes brasileiros, com 15 anos de idade, não possuíam o nível básico de matemática, o mínimo para o exercício pleno da cidadania. Em ciências, o número chega a 55% e, em leitura, 50%. De fato, os índices estão estagnados desde 2009. Quando comparado a países da América do Sul, o Brasil é o pior país em matemática, empatado estatisticamente com a Argentina.

Dada a importância apontada na literatura da qualidade de ensino no desenvolvimento de um país, o principal objetivo neste artigo consiste em estudar como tem evoluído a qualidade da educação básica no Brasil e em suas UF's ao longo de 25 anos. A partir de uma análise econométrica, é investigado se, em tal período, UF's com menor qualidade de ensino, em 1995, tem crescido, em média, mais que as UF's que têm maior qualidade, reduzindo, assim, a distância em termos de qualidade de educação entre as UF's - a isso se denomina convergência.

Para isto, foram utilizados dados do SAEB, é um conjunto de avaliações desenvolvidas pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP) com intuito, principalmente, de avaliar a qualidade de ensino. A metodologia de amostragem permite a obtenção de estimativas de desempenho dos alunos nas UF's e país, assim como verificar o quanto o conhecimento propiciado pelas escolas aos alunos está se alterando ao longo do tempo. Considera-se alunos da 4/5ª, 8/9ª série do ensino fundamental e 3ª série do ensino médio.

Vários trabalhos utilizam dados do SAEB para avaliar a qualidade da educação e avaliação de políticas públicas, mas eles têm objetivos diferentes dos abordados no presente artigo (Anazawa *et al.*, 2021; Silva; Santos, 2020; Guedes; Beiruth, 2021; Santos, 2020). O presente artigo busca contribuir com a literatura, analisando a evolução da qualidade da educação por um extenso período, investigando se as desigualdades da qualidade da educação têm diminuído, em média, entre as UF's.

O artigo está dividido em cinco seções. A próxima seção revisa a literatura. A terceira apresenta o SAEB, seus aspectos técnicos e a metodologia para a análise dos dados. A quarta examina a evolução da qualidade da educação no Brasil, por UF's e regiões. Na quinta aborda os resultados da convergência. Por fim, a última seção traz as considerações finais.

2 BREVE ARCABOUÇO TEÓRICO E EMPÍRICO

Para Woessmann (2016), apesar de que a defesa da educação não deva ser feita apenas a partir de uma perspectiva de resultados puramente econômicos, é irresponsável pensar na educação sem levar em consideração sua dimensão econômica, visto que isso provavelmente colocaria em risco

a prosperidade das gerações, com repercussões para a pobreza, exclusão social e sustentabilidade financeira dos sistemas de seguridade social. Se os *policy-makers* almejam promover a prosperidade econômica para a geração futura, um forte foco de agenda política na importância da educação, conhecimento e habilidades é indispensável.

Educação muito limitada pode impor às pessoas dificuldades em operar em sociedades avançadas. A educação é necessária tanto para que as pessoas contribuam com avanços científicos quanto se beneficiem deles (Stevens; Weale, 2004). Além disso, vários estudos indicam que as rendas que os indivíduos podem obter dependem do seu nível de educação (Mincer, 1974; Lemieux, 2006).

Além de efeitos sobre a renda, há evidências de que a educação tem efeitos em diversos aspectos que contribuem para a melhoria da qualidade de vida. Os ganhos da escola permitem mais oportunidades de autorrealização, interação social e independência. Habilidades de tomada de decisão aprendidas na escola conduzem a uma saúde melhor, casamentos mais felizes e filhos mais bem-sucedidos. A escolaridade estimula a paciência e o pensamento de longo prazo. Comportamentos de risco como a fertilidade na adolescência, a atividade criminosa e outros se reduzem (Oreopoulos; Salvanes, 2011).

Conforme Hanushek e Woessmann (2008), há pelo menos três mecanismos ou canais pelos quais a educação afeta o crescimento econômico. A educação aumenta o capital humano inerente à força de trabalho, o que eleva a produtividade do trabalho e, portanto, o crescimento em direção a um nível de produção de equilíbrio maior (como nas teorias de crescimento neoclássico aumentado). Segundo a educação pode aumentar a capacidade de inovação na economia, conhecimentos sobre novas tecnologias, produtos e processos que promovem o crescimento (como nas teorias de crescimento endógeno). Por fim, a educação pode facilitar a difusão e transmissão do conhecimento necessário para compreender e processar novas informações assim como implementar com sucesso novas tecnologias concebidas por outros.

Há trabalhos tanto na literatura nacional quanto na internacional que vêm mostrando ao longo dos anos a importância imprescindível da educação para o crescimento econômico entre países (Nelson; Phelps, 1966; Mankiw et al., 1992; Barro, 1996; Sala-I-Martin et al., 2004) e, no Brasil, (Montenegro *et al.*, 2014; Lima; Neto, 2016; Nakabashi; Salvato, 2007). Porém, tais trabalhos utilizam uma abordagem com indicadores educacionais quantitativos, tais como os anos de escolaridade e número de matrículas.

Entretanto, em anos mais recentes, a literatura passou a investigar e mostrar empiricamente a importância de medidas qualitativas da educação, ou seja, medidas que estão fortemente correlacionadas de alguma forma com o quanto efetivamente os alunos agregam em conhecimento ao longo do período em que estão na escola e não apenas medidas relacionadas ao seu tempo de escolaridade para explicar as diferenças no desenvolvimento econômico entre países (Hanushek; Woessmann, 2008; Hanushek; Woessmann, 2010; Barro, 2013) ou até de estados dentro de um mesmo país (Hanushek; Ruhose; Woessmann, 2017).

Uma das ideias básicas desses autores consiste que há países/regiões em que um ano de escolaridade proporciona maior elevação do capital humano do que em outras localidades. Além disso, economias com mais capital humano inovam a taxas mais elevadas do que aquelas com menos capital humano, o que implica que nações com trabalhadores que possuem maior capital humano continuam tendo mais ganhos de produtividade e as escolas contribuem fortemente para a formação daquele capital (Hanushek; Woessmann, 2012a). Portanto, os resultados destes trabalhos mostram uma forte relação entre a qualidade da educação em um país e seu crescimento econômico.

3 METODOLOGIA E DADOS

Para avaliar a evolução da qualidade da educação no Brasil, a principal fonte de dados usada é o SAEB. Por isso, será discorrido sobre os principais pontos acerca de como esse sistema de avaliação funciona e seus aspectos técnicos, imprescindíveis para que a análise restante seja re-

alizada de forma adequada. O SAEB consiste em um conjunto de avaliações desenvolvidas pelo INEP, em larga escala a nível nacional, permitindo uma avaliação geral da educação básica (ensino fundamental e ensino médio) brasileira. O sistema começou a ser desenvolvido no final de 1980, sendo aplicado somente em 1990 pela primeira vez. No entanto, somente a partir de 1995, com a adoção de uma nova metodologia de construção do teste e análise de resultados, chamada a Teoria de Resposta ao Item (TRI), que passou a ser possível comparar os resultados das avaliações ao longo do tempo¹.

Além dos questionários socioeconômicos aplicados a professores, alunos e diretores nas escolas, são aplicadas provas de português e matemática em turmas de escolas selecionadas na amostra. Essas provas são aplicadas em instituições de ensino privadas e públicas (municipais, estaduais e federais). Entre os anos de 1995 e 2005, o exame foi realizado de forma bianual, o mesmo ocorrendo entre 2011 e 2019. As provas são aplicadas para alunos de turmas do 4/5^a e 8/9^{a2} série do ensino fundamental e para turmas da 3^a série do ensino médio.

O levantamento utiliza uma amostra complexa³ para selecionar os elementos participantes da pesquisa, sendo o sistema de referência o Censo Escolar. A população de referência⁴ é estratificada em várias subpopulações de interesse, chamadas de estratos, para os quais a amostragem pretende obter estimativas dos parâmetros populacionais de interesse. A primeira etapa na construção da amostra do SAEB é a definição daqueles estratos. Conforme Cabral e Figueiredo (2002), no plano amostral de 2001, por exemplo, temos que o primeiro grande critério de estratificação consiste na série em que o aluno está matriculado, a saber: 4^a e 8^a séries do ensino fundamental e 3^a série do ensino médio. O segundo critério importante é a Unidade da Federação. Além disso, a população é estratificada por dependência administrativa da escola: estadual, municipal e particular. Em algumas situações, as duas primeiras são reunidas em uma única categoria intitulada como pública. O quarto critério é o da localização da escola, referindo-se ao fato de estar na capital ou no interior. A metodologia de amostragem permite a obtenção de estimativas de desempenho dos alunos por série, Unidades da Federação para todas as disciplinas investigadas, assim como para o Brasil e suas regiões.

A análise é realizada considerando três níveis de ensino, quais sejam, 4/5^a e 8/9^a série do ensino fundamental e 3^a série do ensino médio. Entretanto, nas diferentes edições do SAEB houve alterações na população de referência, e devemos uniformizá-la para realizar adequadamente a análise da evolução intertemporal das proficiências médias obtidas pelos alunos. As edições do SAEB consideradas são para os anos de 1995, 1997, 1999, 2001, 2003, 2005, 2011, 2013, 2015, 2017 e 2019. Portanto, para realizar a uniformização, são excluídos os alunos de escolas federais, pois não estão inclusos na amostra para os anos de 1997, 1999 e 2001, os alunos do 3^o ano do ensino médio integrado, dado que somente foram considerados na edição de 2013 e 2019 e, entre os alunos das escolas rurais, apenas são considerados os estudantes da 4/5^a série do ensino funda-

1 Esta teoria propõe modelos para quantificar traços latentes de indivíduos. No caso do SAEB, consiste em mensurar a proficiência em matemática e português dos alunos. Ela permite a comparação entre populações, desde que submetidas a provas que tenham alguns itens comuns, ou ainda, permite comparar indivíduos da mesma população que tenham sido submetidos a provas totalmente diferentes. Assim, podemos, por exemplo, avaliar o desenvolvimento de uma determinada série de um ano para outro (Andrade et al., 2000). A metodologia TRI também é adotada no ENEM e em testes internacionais conhecidos como o PISA, *Test of English as a Foreign Language* (TOEFL) e o *Graduate Record Examination* (GRE).

2 Desde 2006, mediante a criação da Lei nº 11.274/06 (Brasil, 2006), o ensino fundamental passou de oito para nove anos de duração. A lei estabeleceu que municípios, os estados e o Distrito Federal teriam o prazo até 2010 para implementar tal medida. Como período analisado inclui o período da mudança, escreve-se 4/5^a e 8/9^a série e não apenas 4^a e 8^a séries.

3 Os dados do SAEB são oriundos de quatro amostras independentes, uma para cada série investigada. Cada uma das amostras trata-se de uma amostra estratificada e aglomerada, envolvendo múltiplas etapas de seleção. A amostra incorpora os princípios da estratificação incluindo grupos populacionais de interesse (como UFs, grandes regiões geográficas e outros). Cada unidade da população entra na amostra, respeitando probabilidades de seleção, que são conhecidas e diferentes de zero (INEP, 2006a).

4 A população de referência é a população a qual a pesquisa vai efetivamente cobrir, baseando-se em um sistema de referência bem documentado, permitindo localizar seus membros.

mental dos estados do NE, MG e MS. Isso porque a edição de 1999 restringiu a amostra de alunos de escolas rurais àqueles estados.

Para verificar se tem ocorrido ao longo dos anos um processo de convergência da qualidade da educação básica no país, isto é, UFs com menor qualidade tem crescido, em média, mais que aquelas com qualidade maior, tornando a distância entre a qualidade de ensino entre as UFs menor, foi estimada a seguinte especificação dada pela equação 1:

$$\Delta nota_{jm_i} = \beta_0 + \beta_1 Nota_inicial_{jm_i} + \beta_2 pib_percapita_i + \epsilon_i \quad (1)$$

Em que i indexa a i -ésima Unidade da Federação, com um total de 27, j indexa a disciplina que pode ser matemática (M) ou português (P) e m indexa a série correspondente que podem ser 4/5^o série (4), a 8/9^o série (8) ou a 3^o série do ensino médio (3). A variável independente do modelo consiste na proficiência média estadual no SAEB obtida em 1995, e a variável dependente consiste na variação percentual das notas média entre 1995 e 2019. Assim, por exemplo, $notaM4$, representa a variação percentual da nota média do SAEB em matemática da 4/5^o série entre 1995 e 2019 para uma dada UF. Já a $Nota_inicialM4$ consiste na nota média do SAEB em matemática da 4/5^o série em 1995 para uma dada UF.

Como variável controle, usou-se o PIB per capita da UF, em 1995. Espera-se que estados com maior valor do PIB tenham maior capacidade de investir na educação, logo essas estarão mais propensas a ter um maior aumento na variável dependente. Caso o parâmetro β_1 estimado seja negativo e significativo, implica que, em média, Unidades Federativas que possuíam uma qualidade de ensino maior em 1995 tiveram menor crescimento da nota média. A isso se atribui a denominação que houve um processo de convergência das notas médias, isto é, Unidades Federativas que possuíam qualidade de ensino menor em 1995 estão mais próximas daquelas que têm uma maior qualidade implicando redução na desigualdade da distribuição da qualidade da educação entre as UFs. Caso o parâmetro seja positivo, o inverso ocorre.

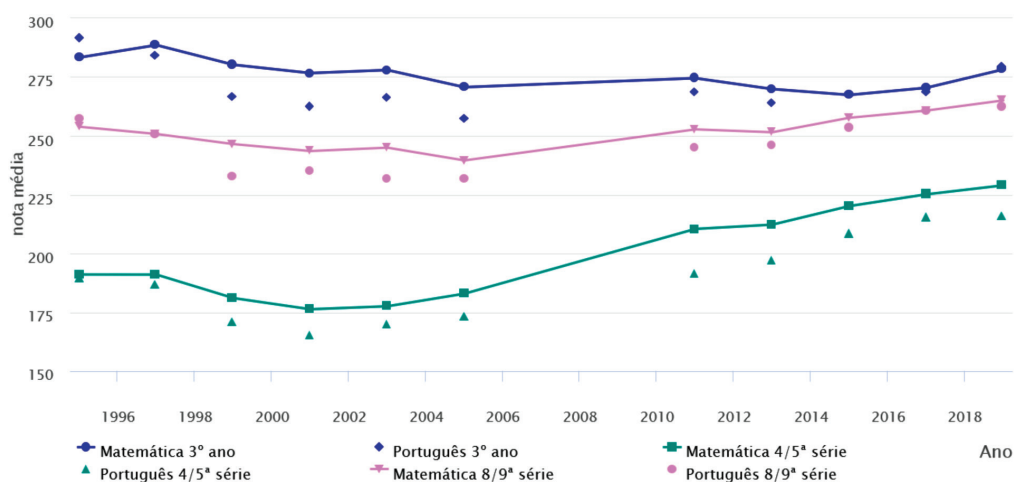
4 EVOLUÇÃO DA QUALIDADE DA EDUCAÇÃO BÁSICA NO BRASIL E NAS UFS

Nesta seção, é realizada uma investigação sobre a evolução da qualidade da educação básica no Brasil com dados do SAEB. A proficiência média em português e matemática⁵ para cada uma das séries avaliadas no SAEB ao longo do tempo para o Brasil está no Gráfico 1. A nota média em matemática e português tem comportamento similar, considerando qualquer uma das séries. De forma muito nítida, nota-se uma melhoria significativa ao longo do tempo na qualidade do ensino nas fases iniciais do ensino fundamental, apesar da queda inicial, entre 1995 e 2001. Em relação à 8/9^a série do ensino fundamental, há uma queda contínua até 2005, seguido por um aumento contínuo, porém o crescimento é bem menor quando comparado ao da 4/5^a série.

Por outro lado, há uma queda contínua na qualidade do ensino médio, de tal forma que a proficiência média obtida para o Brasil em 1995, para ambas as disciplinas, é maior que as obtida em 2019. Tais constatações podem ser observadas na Tabela 1. Nela, apresentam-se as notas médias em 1995 e em 2019 e suas variações percentuais entre 1995 e 2019 para cada uma das disciplinas nas três séries para o Brasil, suas Unidades Federativas e suas regiões.

5 Os valores das notas médias analisadas representam escalas de proficiência, as quais permitem a interpretação pedagógica das habilidades e das competências dos alunos associadas a diversos pontos da escala. A escala varia de 0 a 500. Apenas para exemplificar, em Língua Portuguesa, na 5^o série do ensino fundamental notas entre 0 e 125 indicam que os estudantes requerem atenção especial, pois não demonstram habilidades muito elementares. Mais informação sobre essas escalas, veja em INEP (2018).

Gráfico 1 – Notas médias no SAEB por série em português e matemática para o Brasil de 1995 a 2019



Fonte: Elaboração própria.

Nota: Dados obtidos do SAEB dos anos de 1995, 1997, 1999, 2001, 2003, 2005, 2011, 2013, 2015, 2017 e 2019 sem considerar alunos do 3º ano do ensino médio integrado, alunos das escolas federais e, dentre os alunos das escolas rurais, apenas são considerados os alunos da 4/5ª série ensino fundamental dos estados do Nordeste, MG e MS.

Para o Brasil, o maior crescimento nas notas foi nas disciplinas de matemática e português, ambas da 4/5ª série ensino fundamental, sendo que, em matemática as notas médias do Brasil aumentaram quase 20% entre 1995 e 2019. Por outro lado, no ensino médio a média de português, por exemplo, caiu 4,23% entre aqueles anos. Em 1995, a nota era 291,69 e caiu para 279,36 em 2019. Ao calcular a média de todas as variações nos crescimentos das notas em todos os níveis de ensino para o Brasil, entre 1995 e 2019, obtém-se um aumento de apenas 5,70%.

Quando se analisam as Unidades Federativas, há heterogeneidade relevante nos resultados. Observa-se, na Tabela 1, que, assim como no Brasil, os maiores crescimentos positivos da qualidade do ensino ocorreram na 4/5ª série do ensino fundamental. Todas as Unidades Federativas melhoraram nesse nível de ensino. Em 1995, o DF se destaca com as maiores proficiências médias do ensino médio, mais de 316 pontos em português e matemática, e no ensino fundamental tem nota apenas menor que a do estado de MG na 4/5ª série em matemática.

Acre e Ceará tiveram as maiores variações percentuais nas notas médias de matemática e português da 4/5ª série. Os aumentos na proficiência média de matemática foram 36,81% e 30,66%, respectivamente. Com relação a 8ª/9ª série do ensino fundamental, entre 1995 e 2019, há uma elevação das proficiências médias de matemática em todas UFs com exceção do DF. Já para língua portuguesa a maioria das Unidades Federativas tiveram um aumento na proficiência e, dentre as UFs que tiveram queda, destaca-se mais uma vez, negativamente, o DF apresentando a maior queda da ordem de -2,83%.

Tabela 1 – Variação (em %) das notas média do SAEB por UF, BR e Regiões entre os anos de 1995 e 2019 em matemática e português para cada série e o valor das notas médias em 1995 e 2019

UF/BR	M4			P4			M8			P8			M3			P3		
	%	1995	2019	%	1995	2019	%	1995	2019	%	1995	2019	%	1995	2019	%	1995	2019
AC	36,81	169,98	232,55	29,28	167,95	217,13	15,19	225,09	259,28	12,27	229,86	258,07	4,09	259,22	269,83	3,45	262,8	271,87
AL	23,49	174,79	215,85	16,33	172,03	200,11	14,77	223,39	256,38	15,69	217,69	251,85	-4,84	277,24	263,83	-5,92	284,81	267,95
AM	21,83	178,5	217,46	15,65	178,34	206,25	6,46	236,73	252,04	7,5	236,38	254,1	-6,08	267,5	251,23	-7,25	278,46	258,27
AP	19,3	170,02	202,83	15,83	167,9	194,49	4,89	227,73	238,87	3,87	234,62	243,71	-5,33	268,61	254,3	-7,18	281,37	261,16
BA	17,27	179,4	210,39	9,27	181,98	198,85	7,47	234,13	251,62	7,61	232,78	250,49	-1,4	265,03	261,31	-3,07	272,23	263,87
CE	30,66	178,68	233,46	23,42	179,76	221,85	13,89	236,76	269,64	13,04	238,35	269,43	-0,15	273,12	272,7	1,69	271,07	275,64
DF	22,05	198,17	241,85	11,81	205,93	230,26	-2,19	277,45	271,37	-2,83	274,27	266,51	-7,18	318,52	295,66	-7,61	316,13	292,09
ES	26,08	185,33	233,67	19,68	184,21	220,47	9,49	247,8	271,31	6,74	248,02	264,73	10,67	269,73	298,49	5,24	278,53	293,14
GO	16,34	198,84	231,33	11,14	198,63	220,75	8,03	248,75	268,72	4,87	255,18	267,6	0,92	289,11	291,76	-2,83	299,4	290,92
MA	13,92	174,18	198,42	13,04	164,94	186,45	10,67	218,91	242,28	11,12	219,78	244,22	-0,84	255,55	253,4	0,84	257,5	259,67
MG	16,71	203,36	237,34	14,91	194,8	223,85	0,76	266,97	269,00	-1,81	268,5	263,64	-2,42	294,36	287,24	-3,61	294,7	284,07
MS	16,66	192,62	224,7	11,57	191,03	213,13	7,6	246,76	265,52	3,64	251,21	260,34	3,89	274,31	284,97	-0,18	284,95	284,42
MT	21,00	183,42	221,93	18,95	176,87	210,39	4,03	245,33	255,22	1,81	248,05	252,53	2,14	265,66	271,33	-3,00	280,14	271,73
PA	19,69	172,99	207,05	12,98	174,52	197,17	2,54	239,93	246,01	-1,01	250,17	247,64	-2,06	259,62	254,27	-4,66	272,48	259,78
PB	19,44	179,12	213,94	13,27	178,17	201,8	7,66	237,93	256,14	7,18	237,00	254,02	5,63	259,95	274,6	3,67	266,31	276,08
PE	19,05	181,7	216,31	13,98	177,49	202,3	10,61	233,81	258,61	10,66	231,44	256,12	6,57	262,9	280,16	7,25	262,76	281,81
PI	15,91	189,36	219,48	9,79	187,97	206,36	15,43	231,85	267,63	15,72	226,58	262,2	3,75	263,00	272,87	4,17	261,15	272,02
PR	23,39	198,93	245,47	13,85	200,42	228,18	7,33	256,15	274,92	3,34	259,49	268,16	1,68	288,34	293,17	-0,23	291,43	290,76
RJ	17,06	195,36	228,7	11,64	194,66	217,32	3,49	258,44	267,47	-0,75	265,2	263,2	0,17	279,07	279,54	-2,52	287,41	280,18
RN	13,57	180,88	205,43	10,03	177,64	195,47	6,04	238,53	252,95	4,4	240,5	251,09	1,79	257,94	262,55	-2,37	271,9	265,46
RO	23,19	179,87	221,59	18,56	175,28	207,81	10,00	236,79	260,46	8,76	236,45	257,17	3,64	269,03	278,81	-5,17	293,43	278,25
RR	22,63	181,58	222,67	15,32	181,71	209,54	2,32	239,41	244,96	-0,53	243,94	242,63	1,92	259,56	264,55	0,12	266,81	267,14
RS	23,07	188,66	232,17	15,75	191,65	221,83	2,05	265,09	270,51	-0,1	268,76	268,5	-2,79	299,46	291,09	-5,32	305,71	289,45
SC	22,01	197,00	240,35	17,8	193,43	227,86	8,57	253,8	275,55	5,2	256,48	269,81	2,61	282,12	289,5	-3,89	295,79	284,29
SE	12,73	183,76	207,17	5,77	183,72	194,33	7,97	237,83	256,79	7,61	235,5	253,43	-9,79	301,19	271,7	-8,34	297,24	272,45
SP	23,55	198,71	245,51	16,46	196,94	229,37	2,9	263,64	271,28	-0,33	269,79	268,9	-2,73	291,91	283,93	-6,36	305,99	286,54
TO	24,51	177,29	220,74	18,09	174,32	205,86	13,99	226,26	257,91	13,64	221,98	252,26	2,14	263,54	269,19	2,73	259,62	266,71
BR	19,83	191,02	228,89	13,94	189,3	215,69	4,44	253,77	265,04	2,00	257,07	262,22	-1,81	283,41	278,29	-4,23	291,69	279,36
Regiões:																		
CO	17,98	194,94	230,00	12,29	194,9	218,84	4,82	253,53	265,76	2,28	257,06	262,93	-1,13	290,36	287,08	-4,03	298,00	285,98
NE	19,15	179,59	213,97	13,24	178,03	201,6	10,24	232,64	256,46	10,00	231,8	254,97	0,88	264,98	267,31	0,5	268,75	270,09
Norte	21,93	175,37	213,83	15,71	174,96	202,45	6,42	235,44	250,56	5,09	238,71	250,87	-2,13	263,04	257,44	-4,42	274,21	262,08
SE	20,84	198,58	239,97	15,37	195,42	225,46	2,76	262,84	270,1	-0,52	267,94	266,54	-1,61	289,11	284,46	-4,67	299,13	285,15
Sul	23,07	194,63	239,53	15,33	195,85	225,87	5,56	259,18	273,6	2,35	262,53	268,7	0,37	290,47	291,55	-2,91	297,32	288,65

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Dados obtidos do SAEB dos anos de 1995 e 2019 sem considerar alunos de escolas federais do 3º ano do ensino médio integrado e, dentre os alunos das escolas rurais, apenas são considerados os alunos da 4/5ª série ensino fundamental dos estados do Nordeste, MG e MS. M4 = matemática 4/5ª série ensino fundamental, M8 = matemática 8ª série ensino fundamental, P8 = português 8/9ª série ensino fundamental, M3 = matemática 3º ano ensino médio, P3 = português 3º ano do ensino médio, P4 = português 4/5ª série ensino fundamental. CO = Centro Oeste. NE = Nordeste. N = Norte. SE = Sudeste. S = Sul.

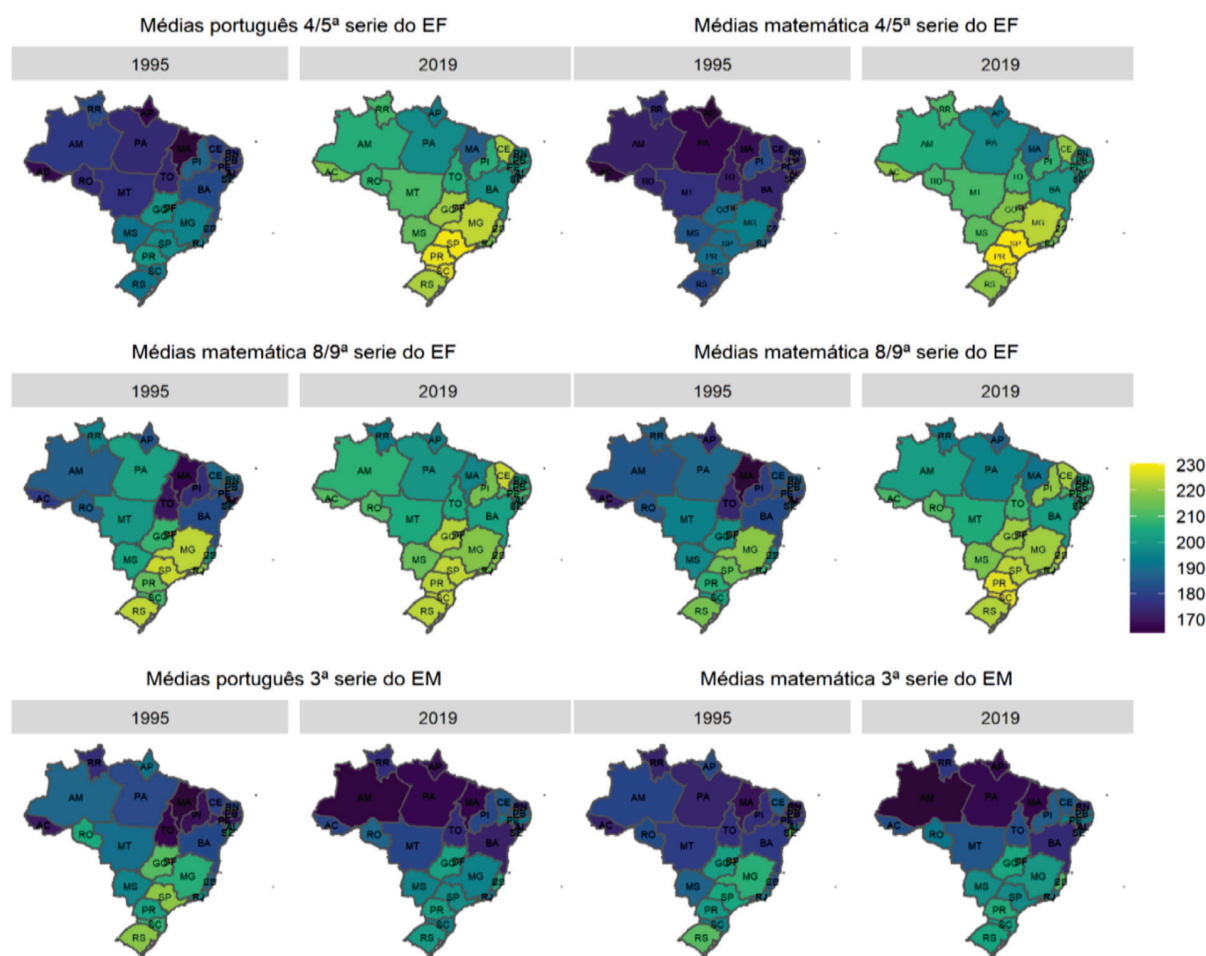
Da mesma forma que para o país, os resultados para o ensino médio nas UFs são extremamente desanimadores. Nos 25 anos analisados, quase 80% das UFs tiveram queda da qualidade nesse nível de ensino em, no mínimo, uma das disciplinas. Para 11 estados, o crescimento da proficiência média em ambas as disciplinas diminuiu. Sergipe registrou as maiores quedas nas proficiências médias de português e matemática -8,34% e -9,79%, respectivamente. Destaques positivos são o estado do ES e PE, ambos tiveram um crescimento positivo nas duas disciplinas. O primeiro registrou o maior aumento na nota de matemática, e o segundo teve o maior aumento em português.

Em relação às grandes regiões, os maiores crescimentos da qualidade do ensino ocorreram na 4/5ª série do ensino fundamental. Em todas as regiões, os aumentos foram acima de 12%, com destaque para a nota de matemática, com aumentos entre 17,98% e 23,07%, o último registrado na região Sul. No que diz respeito às notas médias na 8/9ª série do ensino fundamental, houve leve queda apenas na nota de português na região Sudeste. Quanto à evolução do ensino médio entre 1995 e 2019, o NE se destaca pois, apesar do pequeno aumento, foi a única região com aumento

na nota das duas disciplinas e a região Sul, com um aumento positivo de 0,37% na disciplina de matemática. As regiões restantes tiveram queda nas notas médias das duas disciplinas.

Na Figura 1, são apresentados os mapas para os anos de 1995 e 2019 com a distribuição espacial das proficiências médias em português e matemática para a 4/5ª e 8/ª série do ensino fundamental e 3ª série do ensino médio para todas as UFs. Quanto mais escura a cor em um local no mapa, menor é a proficiência média obtida e, quanto mais clara, mais elevada é a proficiência. Há uma melhoria constante ao longo do tempo nas notas da 4/5ª série nas UFs. Todavia, no ensino médio, a qualidade do ensino está quase estagnada e até piora em muitas Unidades Federativas.

Figura 1 – Mapa da evolução das notas médias em português e matemática em 1995 e 2019 para a 4/5ª série do EF e 3ª série do EM para as UFs

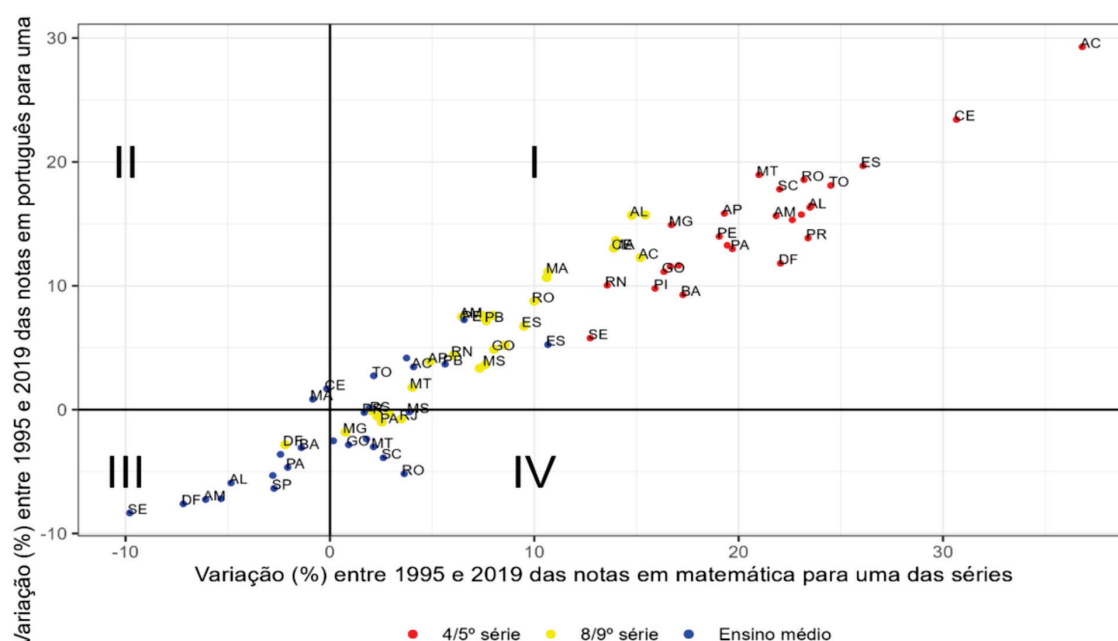


Fonte: Elaboração própria

Nota: Dados obtidos do SAEB dos anos de 1995 e 2019 sem considerar os alunos do 3º ano do ensino médio integrado, das escolas federais e, dentre os alunos das escolas rurais, apenas são considerados os alunos da 4/5ª série ensino fundamental dos estados do NE, MG e MS. EF = ensino fundamental. EM = ensino médio.

No Gráfico 2, é exibido, no eixo das ordenadas, a variação percentual entre 1995 e 2019 das notas de português e, no eixo da abscissa, aquela mesma variação para as notas de matemática do SAEB por UF. Pontos em vermelho representam as variações nas notas para a 4/5ª série, em amarelo para 8/9ª série e, em azul, para o ensino médio para cada UF. Constata-se em geral uma associação positiva entre as variáveis, ou seja, UFs que tiveram crescimento positivo (negativo) ao longo do período em matemática, também o tiveram em português.

Gráfico 2 – Variação (%) das notas de matemática e português de cada uma das séries nas UF's, entre 1995 e 2019



Fonte: Elaboração própria

Nota: Dados do SAEB dos anos de 1995 e 2019 sem considerar os alunos do 3º ano do ensino médio integrado, das escolas federais e, dentre os alunos das escolas rurais, apenas são considerados os alunos da 4/5ª série ensino fundamental dos estados do Nordeste, MG e MS.

Unidades Federativas situadas no 3º quadrante estão em pior situação, o que indica que tiveram crescimento negativo em ambas as disciplinas ao longo do período – a ampla maioria formada pelo ensino médio. Já os situados no primeiro quadrante tiveram crescimento positivo em ambas as disciplinas. As cores no Gráfico 2 evidenciam fortemente a formação de *clusters* e resumem visualmente a análise feita anteriormente acerca da evolução da qualidade de ensino nas UF's, mostrando que houve melhoria, principalmente nos anos iniciais do ensino fundamental e resultados muito negativos para as etapas finais da educação básica.

Assim, nos principais resultados, são constatados que, tanto para o país como um todo, como para as Unidades Federativas, os maiores aumentos na proficiência média entre 1995 e 2019 foram obtidos na 4/5ª série, seguida da 8/9ª série do ensino fundamental, com destaque para o Acre e Ceará. Todavia, no caso da 8/9ª série, sete estados tiveram queda na proficiência no período, apesar das notas terem se elevado quando consideramos o País. Em relação ao ensino médio, as constatações são desanimadoras, pois apenas sete UF's tiveram aumento da proficiência média em português e matemática ao longo de todo período, com Sergipe e o Distrito Federal tendo obtido os piores resultados. Considerando o país, constatou-se uma piora na proficiência no ensino médio em ambas as disciplinas, mas a nota média em português teve uma queda maior.

Os resultados apontaram que o estado do Ceará teve significativa melhoria na qualidade de educação no ensino fundamental. Tais evidências têm sido objeto de estudos. Bezerra *et al.* (2018) e Rocha *et al.* (2018) investigam o impacto de políticas públicas realizadas no início de 2000 no município cearense de Sobral, no qual, mesmo não ocorrendo um aumento significativo de gastos públicos nos anos iniciais do ensino fundamental, tornou-se referência na educação básica. Vieira *et al.*, (2019) analisam as políticas educacionais adotadas no estado de 1995 até 2015 e destacam mudanças institucionais e de orientação de políticas públicas que contribuíram para melhorar os resultados educacionais. São elas: a busca permanente por equilíbrio fiscal, estimulando um gerenciamento eficiente da máquina pública e permitindo o aumento da capacidade de endividamento do estado, a presença de princípios meritocráticos de recrutamento e ocupação de cargos na burocracia estatal e mecanismos de monitoramento associados à gestão por resultados. Destaca-se

a criação do Spaece⁶, permitindo acompanhar a performance de escolas públicas do estado com estabelecimento de metas para o desempenho escolar e a criação de um modelo de premiação de escolas. Além disso, desde 2007, uma cota-parte dos municípios no ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços) passou a depender da qualidade de sua educação. Os autores também destacam um maior estímulo da participação da comunidade escolar, inclusive na escolha de gestores cujos critérios de seleção também passaram a atender critérios técnicos.

O estado do Acre também se verificou significativa melhoria na qualidade da educação no ensino fundamental. Segundo Cabral (2021), há um consenso, entre os gestores da educação básica no estado de que a melhoria considerável dos resultados se deve às políticas deflagradas a partir de 1999 até 2010, em especial, à exigência e garantia da formação inicial e continuada dos professores. Houve intenso investimento na estrutura e funcionamento das escolas, com reformas, ampliação, novas construções com toda infraestrutura necessária e adequação de prédios escolares mais antigos, aumento significativo no salário a partir da implantação do Plano de Cargos, Carreira e Remuneração dos Profissionais do Ensino Público Estadual, o qual também passou a privilegiar a melhoria da formação dos docentes. Segundo o autor supracitado, até 1998, dentre os professores que atuavam na rede pública de ensino na educação básica, 72% não dispunham de formação inicial em nível superior. Já em 2012, 99% dos professores possuíam ensino superior.

Para o ensino médio, os resultados são muito negativos, o que está de acordo com a literatura. Silva *et al.* (2016) avaliaram a evolução da educação no ensino médio com base nos dados do INEP ao longo de 16 anos (entre 1995 e 2011). Esses autores verificaram que, ao longo do período, apesar das taxas de abandono terem se reduzido, as proficiências médias nas avaliações do SAEB pioraram, e as taxas de reprovação se elevaram. Dado tudo isso, parafraseando os autores, eles concluem que, ao que parece, o aluno “permaneceu mais na escola”, mas o conhecimento não “permaneceu nele”. Tal situação precária constatada no ensino médio no país como um todo vem estimulando a discussão de políticas públicas que busquem sua reestruturação como a reforma do ensino médio de 2017⁷.

5 CONVERGÊNCIA DA QUALIDADE DA EDUCAÇÃO NAS UNIDADES FEDERATIVAS

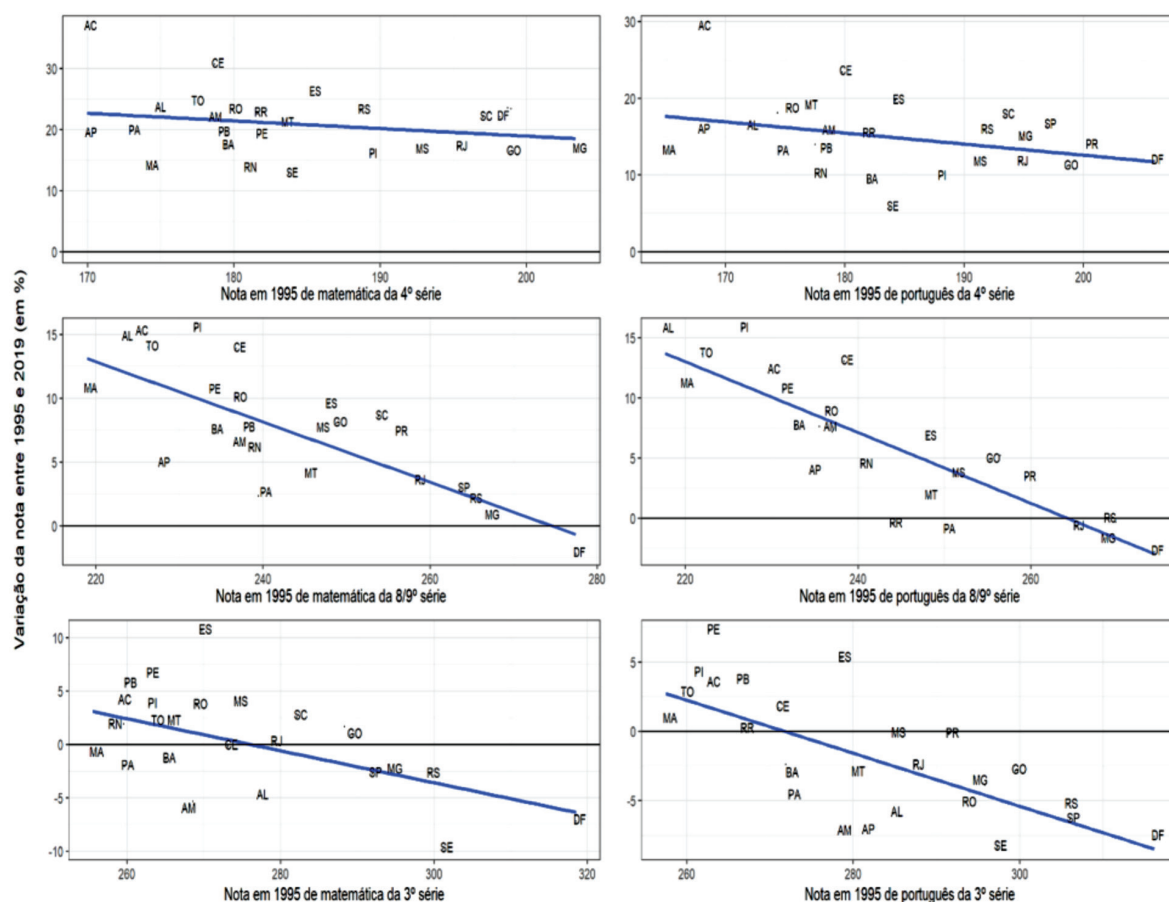
Nesta seção, é analisado se Unidades da Federação que possuem qualidade de educação inferior têm diminuído sua distância em termos de qualidade daquelas com qualidade de educação maior. Para tanto, no Gráfico 3, pode ser observado, no eixo horizontal, a proficiência média obtida em 1995 por umas das séries em umas das disciplinas e, no eixo vertical, a variação percentual da nota média entre 1995 e 2019 para cada uma das UFs. A reta em azul foi obtida a partir de um modelo de regressão linear simples, conforme a especificação dada pela equação 1.

Com relação ao ensino fundamental, nota-se claramente que Unidades da Federação que tinham notas média mais baixas em 1995, em qualquer umas das disciplinas e para qualquer uma das séries, também tiveram taxa de crescimento mais acelerada daquelas respectivas notas entre 1995 e 2019. Isso é constatado devido à reta em azul ter inclinação negativa em todos os gráficos, dando algum indício de que algum processo de convergência das notas médias entre as UFs ter ocorrido. Para a 4/5ª série, o crescimento das notas foi positivo em todas UFs entre os períodos de 1995 e 2019. No entanto, na 8/9ª série, o crescimento da proficiência média foi negativo em algumas Unidades Federativas. O DF, por exemplo, tem a maior média em português e matemática na 8/9ª série em 1995, porém tem um crescimento negativo no período.

6 Sistema Permanente de Avaliação da Educação Básica.

7 Brasil (2017).

Gráfico 3 – Convergência das notas do SAEB por UF no ensino fundamental e médio, em português e matemática, entre 1995 e 2019



Fonte: Elaboração própria.

Nota: Dados obtidos do SAEB dos anos de 1995 e 2019 sem considerar os alunos do 3º ano do ensino médio integrado, das escolas federais e, dentre os alunos das escolas rurais, apenas são considerados os alunos da 4/5ª série ensino fundamental dos estados do Nordeste, MG e MS.

Ainda no Gráfico 3, considera-se o ensino médio, em que também se observa um processo de convergência das notas entre as UF's. Entretanto, em ambas as disciplinas e em várias Unidades Federativas, constata-se que houve crescimento negativo das notas, especialmente, em português. Ou seja, a qualidade média do ensino nas etapas finais da educação básica nas UF's tem piorado. Destaque negativo novamente para o DF, com a mais elevada nota média em ambas as disciplinas em 1995, porém com crescimento negativo entre os períodos em análise.

Na Tabela 2, é estimado um total de seis especificações com base na equação 1. Verifica-se que todos os coeficientes estimados da variável de interesse, dada por Δ , são negativos. Entretanto, para a 4/5ª série do ensino fundamental, não se obteve significância estatística para nenhuma das notas. Assim, não se pode dizer que houve um processo de convergência no desempenho dos alunos nos estados para essa série.

Para os demais níveis de ensino, há indícios de que houve um processo de convergência da qualidade da educação. No ensino médio, obteve-se uma taxa de convergência significativa apenas em português. Já para a 8/9ª série, as taxas de convergência foram significativas para ambas as séries, com destaque para português, em que foi verificada a maior taxa dentre todas estimadas. Ou seja, a distância da qualidade de ensino entre as UF's se reduziu, em média, mais para esse último nível de ensino e, de forma mais notória, em português. Nesse caso, obteve-se aumento na proficiência média de português em 1 ponto em 1995, em uma Unidade Federativa reduziu, em média, seu crescimento no período entre 1995 e 2019 em, aproximadamente, 0,30%.

Tabela 2 – Estimativas de convergência

	4/5º série:		8/9º série:		3º ensino médio	
	ΔnotaM4	ΔnotaP4	ΔnotaM8	ΔnotaP8	ΔnotaM3	ΔnotaP3
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Nota inicial	-0,21 (0,37)	-0,21 (0,33)	-0,20** (0,08)	-0,30*** (0,05)	-0,16 (0,11)	-0,22** (0,09)
<i>pib_per_capita_1995</i>	0,20 (1,81)	0,15 (1,88)	-0,09 (0,30)	0,01 (0,17)	0,04 (0,71))	0,07 (0,57)
Constant	57,80 (54,48)	52,97 (45,47)	56,70*** (17,99)	78,63*** (10,33)	45,27 (28,21)	58,62*** (20,40)
Observações	27	27	27	27	27	27
R ²	0,13	0,15	0,55	0,74	0,28	0,50

Fonte: Elaboração própria

Nota: Dados do PIB e da população foram obtidos do IPEADATA. As estimativas foram obtidas com dados do SAEB de 1995 e 2019 para as Unidades Federativas do Brasil sem considerar alunos de escolas federais, alunos do ensino médio integrado. Dentre os alunos das escolas rurais, apenas são considerados os alunos da 4/5ª série ensino fundamental dos estados do Nordeste, MG e MS. M4 = matemática 4/5ª série, M8 = matemática 8ª série, P8 = português 8/9ª série, M3 = matemática 3º ano ensino médio, P3 = português 3º ano do ensino médio, P4 = português 4/5ª série. *p-valor<0.1; **p-valor<0.05; ***p-valor<0.01. As inferências foram realizadas baseadas em erros padrões robustos à heteroscedasticidade, proposto por Cribari-Neto (2004). Foi aplicado o teste de normalidade Shapiro-Wilk nos resíduos de cada uma das especificações estimadas, e os p-valores para o teste foram todos maiores que 0,28. Assim, não rejeitamos a hipótese de que os erros dos modelos tenham distribuição normal.

Portanto, apesar de ter sido verificado que o maior crescimento na qualidade do ensino básico ter ocorrido nas fases iniciais do ensino fundamental (4/5º série), não é possível afirmar que UFs com pior qualidade de educação estão, em média, mais próximas daquelas com qualidade de educação maior no período analisado. Uma razão para tal resultado é que as notas médias se elevaram muito em todas UFs para aquele nível de ensino, de tal forma que a distância entre elas em termos de qualidade de educação se manteve, em média, igual.

Um dos cenários pelos quais se pode verificar um processo de convergência (primeiro cenário) consiste no fato de que todas as Unidades Federativas tenham um crescimento relevante da qualidade da educação entre 1995 e 2019, porém UFs com menor qualidade da educação em 1995 tinham um crescimento mais acelerado em relação às de melhor qualidade em 1995. Já um segundo cenário seria o caso em que a maioria das UFs apresentaram crescimento baixo ou negativo na nota entre 1995 e 2019, e algumas UFs, as quais detinham menor nota relativamente em 1995, terem algum crescimento positivo ou não tão negativo. O primeiro cenário seria o melhor quando comparado ao segundo. Nesse último, apesar da distância da qualidade da educação ser menor entre as UFs, deu-se às custas de uma piora na qualidade da educação daquelas UFs que estavam bem colocadas em 1995.

No ensino médio, apesar dos indícios significativos nas estimações para o processo de convergência, há evidências de que tal processo ocorreu não devido a uma melhora significativa das UFs que estavam com baixa qualidade de educação, em 1995, e, sim, devido a uma piora consistente da qualidade ao longo do período daquelas UFs que tinha qualidade maior, em 1995. Ou seja, podemos enquadrar o ensino médio no caso do segundo cenário esboçado acima. Por outro lado, os resultados, considerando a nota de matemática das fases finais do ensino fundamental, parece se enquadrar melhor no primeiro cenário (o ideal). Todavia, no caso de português, houve queda da proficiência média em sete UFs ao longo do período. Assim, de forma similar ao que ocorreu no ensino médio, tal processo de convergência em português foi estimulado, em parte devido a uma piora na qualidade de ensino daquelas Unidades Federativas com qualidade de ensino maior em 1995.

Portanto, foi verificado nos resultados das estimações, indicativos de que não houve um processo de convergência das notas médias entre as UFs nas fases iniciais, apesar da evolução relevante constatada. Entretanto, houve convergência para o caso do ensino médio e para 8/9ª série do

ensino fundamental, principalmente, em matemática, ou seja, a distância da qualidade do ensino entre as UFs diminuiu mais naqueles níveis de ensino. Todavia, no caso de português na 8/9ª série e, principalmente, no ensino médio, a análise dos dados aponta que isso não ocorreu devido a uma melhora consistente das Unidades Federativas cuja qualidade de ensino estava defasada relativamente, mas, devido à piora consistente das UFs que tinham maior proficiência média.

Os resultados dessa seção se complementam aos da seção anterior, no sentido de entender as dificuldades que o país enfrenta no sentido de contribuir para que os jovens possam ter um melhor desenvolvimento profissional no mercado de trabalho e pode ser um motivo importante do porquê de termos tantas dificuldades em atingirmos maiores níveis de desenvolvimento econômico. As dificuldades que um cidadão pode enfrentar para desenvolver-se profissionalmente podem ser muito afetadas caso não tenham sido desenvolvidas as habilidades mínimas que deveriam ter sido obtidas na educação básica.

De que adianta um indivíduo despende, no mínimo, doze anos⁸ na escola e não ter obtido o conhecimento adequado para escrever corretamente, por exemplo? Ao longo dos anos, a NUPE (Núcleo Brasileiro de Estágios) vem realizando uma pesquisa em que é aplicado um teste a indivíduos os quais concorrem a vagas de estágios em que devem escrever 30 palavras. São eliminados aqueles que cometem mais de sete erros ortográficos. Os resultados são os seguintes⁹: em 2012, dos 4.464 candidatos, 40% reprovaram, em 2017, dos 8.239 avaliados, 46,3% foram reprovados. Já, em 2022, o resultado é alarmante, dos 59.776 concorrentes a uma vaga de estágio, apenas 16,5% obtiveram êxito no teste e passaram para as próximas fases de seleção. Não ter obtido êxito em uma vaga a estágio não implica que tal indivíduo não conseguirá mais ingressar no mercado de trabalho, mas evidencia as dificuldades que tal indivíduo poderá enfrentar ao longo do seu desenvolvimento pessoal e profissional. Apesar de existirem inúmeros fatores que contribuem para verificarmos tais estatísticas, a qualidade da educação recebida na escola deve ser uma variável crucial.

O processo de aquisição do conhecimento é cumulativo e, além disso, a capacidade que um indivíduo tem de agregar conhecimento depende muito de quanto foi agregado em etapas anteriores. Espera-se que indivíduos que tenham uma melhor qualidade de ensino na escola tenham menos dificuldades no ensino superior. São encontrados vários trabalhos na literatura relatando a dificuldade que alunos que ingressam no ensino superior enfrentam devido à deficiência de aprendizado que já deveriam ter sido equacionados na educação básica (Oliveira *et al.*, 2020; Neto, 2017; Garcia, 2021).

Segundo Masola e Allevato (2016), os professores das Instituições de Educação Superior em geral, estudantes ingressantes nesse nível de ensino apresentam falta de conhecimento acerca de conteúdos matemáticos próprios da educação básica. Isso dificulta a aprendizagem nas disciplinas iniciais dos cursos superiores e se refletem, em outras disciplinas na continuidade do curso, comprometendo a formação acadêmica do aluno. Ou seja, isso dá indícios de que, apesar dos estudantes estarem completando seu ciclo de ensino na educação básica, não estão aprendendo o necessário para sua continuidade no ensino superior. Assim, além de ser importante a continuidade da melhoria de estatísticas da educação que indiquem que os estudantes estão na escola no tempo correto e completem seu tempo de ensino na educação básica em tempo apropriado, é também indispensável debater o conhecimento efetivamente agregado pelos indivíduos ao longo do tempo que permanecem na escola, ou seja, aspectos qualitativos do ensino por meio de indicadores apropriados para isso.

As evidências encontradas neste trabalho ajudam, de certa forma, a esclarecer por que quando se compara a evolução da qualidade da educação do Brasil com outros países de nível de desen-

8 Assumindo que o indivíduo nunca reprova, abandone a escola e considerando apenas a educação básica constituída de nove anos de ensino fundamental e mais três anos de ensino médio.

9 Veja em: <<https://www.nube.com.br>>. Acessado em 08/07/2022.

volvimento similar, como Argentina, Uruguai, Chile, México e Peru e Costa Rica¹⁰, com base nas notas médias obtidas em matemática nas edições PISA¹¹ entre 2003 e 2018, apresentamos resultados tão desconfortáveis. Para a maioria das edições, o Brasil obteve desempenho pior que todos aqueles países e apenas supera o Peru em alguns anos.

Todos os resultados do trabalho são extremamente preocupantes no sentido de promoção do desenvolvimento econômico do país. A literatura vem apontando a importância da qualidade da educação no crescimento econômico (Barro, 2013). Além disso, o nível de aprendizado baixo obtido por países latino-americanos em testes internacionais tem sido apontado como a causa do seu baixo crescimento no longo prazo (Hanushek; Woessmann, 2012b).

A melhoria da qualidade da educação nas escolas vem sendo apontada como fundamental ao maior crescimento econômico (Woessmann, 2012a; Hanushek; Woessmann, 2021). Como vimos nesta seção, o Brasil tem tido dificuldades em tornar regiões com menor qualidade de educação mais próximas das melhores. Isso, segundo a literatura, poderá trazer como implicação o comprometimento de nossos níveis de crescimento econômico no longo prazo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A qualidade da educação recebida pelos estudantes de um país é uma questão central para o desenvolvimento socioeconômico de qualquer nação, como vêm apontando vários estudos ao longo dos anos. Nessa perspectiva, este estudo buscou contribuir com a literatura, examinando como tem evoluído a qualidade da educação no Brasil, tendo um período de análise longo, de vinte e cinco anos de dados do SAEB, de 1995 a 2019. Foi investigado se houve melhorias na qualidade da educação nas Unidades Federativas e no país, se ocorreu algum processo de convergência da qualidade da educação no sentido de que UF's com pior qualidade de educação estão mais próximas, em média, dos níveis de qualidade ofertadas pelas melhores, ou seja, examinou-se se, de certa forma, houve redução da desigualdade da distribuição da qualidade educacional entre as UF's.

Quanto à qualidade de ensino no Brasil como um todo, constatou-se que o ensino fundamental na 4/5ª série tem melhorado de forma constante após 2001. A proficiência média em matemática, por exemplo, aumentou quase 20% entre 1995 e 2019. Já para as fases finais do ensino fundamental, aquele aumento foi de apenas 4,44%. No ensino médio, houve uma tendência de queda ao longo de todo período analisado. Em português, por exemplo, a queda na proficiência média foi de 4,23%, entre 1995 e 2019. No entanto, considerando ambas as disciplinas avaliadas em todos os níveis de ensino e por todo o período analisado, teve-se um aumento total na proficiência média de apenas 5,70%. No entanto, considera-se isso um valor muito baixo dado o extenso período de análise.

Ao averiguar como aquelas proficiências têm evoluído entre as Unidades da Federação, há muita heterogeneidade nos resultados. Isso deve indicar que políticas públicas diferentes e mais eficientes devem ter sido aplicadas. Entretanto, no geral, pode-se afirmar que a qualidade do ensino fundamental nos anos iniciais melhorou em todas as Unidades da Federação, com destaque para Acre e Ceará, que tiveram um aumento na proficiência média de matemática de 36.81% e 30.66% entre 1995 e 2019, respectivamente. Quanto ao ensino médio, verificou-se que, ao longo dos 25 anos de estudos do SAEB, quase 80% dos estados tiveram queda da qualidade no ensino médio em, no mínimo, umas das disciplinas, sendo que, para onze estados, o crescimento da proficiência média em ambas as disciplinas diminuiu.

10 Dados do Pisa obtidos do relatório: Brasil no Pisa 2018 elaborado pelo INEP (BRASIL, 2020).

11 Realizado pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômicos (OECD). Desde seu início em 2000, o PISA tem como população-alvo jovens de 15 anos matriculados em período integral ou meio período em instituições educacionais, matriculados em programas vocacionais ou outros tipos de programas educacionais e/ou que frequentam escolas estrangeiras dentro de um país (Kaplan; Kuger, 2016). Os testes aplicados avaliam três domínios, quais sejam, leitura, matemática e ciências.

Apesar da evolução nas fases iniciais do ensino fundamental, ao estimar-se as especificações para verificar se houve um processo de convergência das proficiências médias entre as UFs entre 1995 e 2019, constatou-se a não significância estatística para esse nível de ensino. Entretanto, houve convergência em relação ao ensino médio e, principalmente, para a 8/9ª série do ensino fundamental, ou seja, a distribuição da qualidade do ensino tornou-se menos desigual para aqueles níveis de ensino entre as UFs. Todavia, isso não ocorreu devido a uma melhora consistente das Unidades Federativas cuja qualidade de ensino estava defasada relativamente, mas, devido à piora consistente dos estados que tinham maior proficiência média. Essa última constatação é mais pronunciada no ensino médio.

Apesar disso, não há dúvidas de que a qualidade da educação no Brasil e em suas UFs melhoraram, principalmente, nas fases iniciais do ensino fundamental, conforme mensurada pelas proficiências média em português e matemática pelo SAEB. Porém, pode-se dizer que essa melhora, considerando a educação básica como um todo, foi discreta dado o período longo de 25 anos de análise. Não obstante, há casos ainda mais preocupantes das séries em UFs em que a proficiência diminuiu. Isso se reflete em parte também no fato de que os estudantes brasileiros não conseguem ter desempenho melhor que outros países de nível de desenvolvimento similar em testes internacionais.

No entanto, verificou-se que há estados em que houve melhorias significativas na qualidade de ensino. No CE e no Acre, estudos indicam que várias políticas públicas tiveram impacto na melhoria dos indicadores de qualidade de educação. Logo, há espaço para a ampliação e/ou reavaliação das políticas públicas que vêm sendo implementadas em outros estados. Diante de todas as evidências encontradas, é urgente a necessidade de reconsiderar-se as políticas públicas voltadas à área da educação básica no Brasil, em especial no ensino médio, com intuito de atingir de forma mais eficaz e eficiente um dos principais objetivos almejados de qualquer sistema educacional, qual seja, o de elevar o conhecimento dos alunos. Caso contrário, nosso progresso socioeconômico no curto e longo prazo será comprometido.

REFERÊNCIAS

- ANAZAWA, L.; BUSCARIOLO, J. V.; GREMAUD, A. P.; NAKABASHI, L.; SCARABOTO, N. V.; SINZATO, T.; TONETO JÚNIOR, R. Panorama do desempenho educacional da educação básica nas regiões paulistas. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, v. 42, p. 23-37, 2021.
- ANDRADE, D. F. de; TAVARES, H. R.; VALLE, R. da C. Teoria da resposta ao item: conceitos e aplicações. **ABE**, São Paulo, 2000.
- ANGRIST, N.; DJANKOV, S.; GOLDBERG, P. K.; PATRINOS, H. A. Measuring human capital using global learning data. *Nature*, **Nature Publishing Group**, v. 592, n. 7854, p. 403–408, 2021.
- BARRO, R. J. Determinants of Economic Growth: A CrossCountry Empirical Study. **NBER Working Paper Series**, n. 5698, 1996. Disponível em: <http://www.nber.org/papers/w5698>.
- BARRO, R. J. Education and economic growth. **Annals of Economics and Finance**, v. 14, p. 301–328, 11 2013.
- BEZERRA, V. R. G. et al. Avaliação do impacto das políticas educacionais em sobral sobre a evasão escolar. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 46., 2018, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ANPEC, 2018.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Brasil no Pisa 2018** [recurso eletrônico]. Brasília: Inep, 2020.

_____. **Lei nº 11.274, de 6 de fevereiro de 2006**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2006. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/11274.htm>.

_____. **Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2017. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/113415.htm>.

CABRAL, A. B.; FIGUEIREDO, M. Z. **SAEB 2001: novas perspectivas**. [S.l.]: INEP, Ministério da Educação, 2002.

CABRAL, G. G. Políticas de formação de professores e suas repercussões na qualidade da educação básica no acre: o inédito viável. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, p. 1157–1178, 2021.

CRIBARI-NETO, F. Asymptotic inference under heteroskedasticity of unknown form. **Computational Statistics and Data Analysis**, v. 45, n. 2, p. 215–233, 2004.

FERRAZ, C.; FINAN, F.; MOREIRA, D. B. Corrupting learning: Evidence from missing federal education funds in Brazil. **Journal of Public Economics**, Elsevier, v. 96, n. 9-10, p. 712–726, 2012.

GARCIA, J. R. T. **A importância da matemática básica no ensino do cálculo diferencial e integral: uma proposta baseada na análise do erro**. Dissertação (Mestrado) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2021.

GUEDES, H. G.; BEIRUTH, A. X. O Impacto Da bonificação Aos Docentes Sobre O Desempenho Dos Alunos Das Escolas De Tempo Integral: O Caso Do Espírito Santo. **Contextus** 2021, 19, 374-385.

HADDAD, M. A.; FREGUGLIA, R.; GOMES, C. Public spending and quality of education in brazil. **The Journal of Development Studies**, Taylor & Francis, v. 53, n. 10, p. 1679–1696, 2017.

HANUSHEK, E. A.; RUHOSE, J.; WOESSMANN, L. Knowledge capital and aggregate income differences: Development accounting for US states. **American Economic Journal: Macroeconomics**, v. 9, n. 4, p. 184-224, 2017.

HANUSHEK, E. A.; WOESSMANN, L. The role of cognitive skills in economic development. **Journal of Economic Literature**, v. 46, n. 3, p. 607–68, September 2008.

_____. The high cost of low educational performance: The long-run economic impact of improving PISA outcomes. **OECD Publishing**. 2, rue Andre Pascal, F-75775 Paris Cedex 16, France, 2010.

_____. Do better schools lead to more growth? Cognitive skills, economic outcomes, and causation. **Journal of economic growth**, Springer, v. 17, n. 4, p. 267–321, 2012.

_____. Schooling, educational achievement, and the latin american growth puzzle. **Journal of Development Economics**, Elsevier, v. 99, n. 2, p. 497–512, 2012.

_____. **Education and economic growth**. In: Oxford Research Encyclopedia of Economics and Finance. 2021.

INEP - INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **Relatório SAEB (ANEB e ANRESC) 2005-2015: panorama da década**. Brasília, 2018. Microdados do Saeb 1995. Brasília: Inep, 2006. Disponível em: <<https://www.gov.br/inep/pt-br/aceso-a-informacao/dados-abertos/microdados/saeb>>. Acesso em: 26 dez. 2019.

KAPLAN, D.; KUGER, S. The methodology of pisa: Past, presente, and future. In: KUGER, S.; KLIEME, E.; JUDE, N.; KAPLAN, D. (Eds.). **Assessing contexts of learning**. [S.l.]: Springer, p. 53–73, 2016.

LEMIEUX, T. The “mincer equation” thirty years after schooling, experience, and earnings. In: GROSSBARD, S. (Ed.) **Jacob Mincer: A Pioneer of Modern Labor Economics**. Boston, MA: Springer US, 2006. p. 127–145.

LIMA, R. C. D. A.; NETO, R. D. M. S. Physical and human capital and brazilian regional growth: A spatial econometric approach for the period 1970–2010. **Regional Studies**, Routledge, v. 50, n. 10, p. 1688–1701, 2016.

MANKIW, N. G.; ROMER, D.; WEIL, D. N. A Contribution to the Empirics of Economic Growth. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 107, n. 2, p. 407–437, 05 1992.

MASOLA, W. de J.; ALLEVATO, N. Dificuldades de aprendizagem matemática de alunos ingressantes na educação superior. **Revista Brasileira de Ensino Superior**, 2016.

MINCER, J. A. Schooling, Experience, and Earnings. [S.l.]: National Bureau of Economic Research, Inc, 1974. (NBER Books, minc74-1)

MONTEIRO, J. Gasto público em educação e desempenho escolar. **Revista Brasileira de Economia**, SciELO Brasil, v. 69, p. 467–488, 2015.

MONTENEGRO, R. L. G.; LOPES, T. H. C. R.; RIBEIRO, L. C. d. S.; CRUZ, Í. S. D.; ALMEIDA, C. P. C. d. Efeitos do crescimento econômico sobre os estados brasileiros (1992-2006). **Economia Aplicada**, v. 18, n. 2, p. 215–241, jun. 2014.

NELSON, R. R.; PHELPS, E. S. Investment in humans, technological diffusion, and economic growth. **The American Economic Review, American Economic Association**, v. 56, n. ½, p. 69–75, 1966.

NAKABASHI, L.; SALVATO, M. A. Human capital quality in the brazilian states. **Revista Economia**, v. 8, n. 2, p. 211–229, 2007

NETO, A. D. C. **O ensino e a aprendizagem de cálculo 1 na universidade: entender e intervir**. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática), Universidade de Brasília, UNB, p. 131, 2017.

OLIVEIRA, L. D.; RAMOS, T. C.; CARNEIRO, J. A. S. A. O.; JÚNIOR, S. L. Conhecimentos de matemática básica de graduandos nos anos iniciais de engenharia: desafios, fragilidades e enfrentamentos possíveis. **Revista BOEM**, v. 8, n. 16, p. 134–152, dez. 2020.

OREOPOULOS, P.; SALVANES, K. G. Priceless: The nonpecuniary benefits of schooling. **Journal of Economic Perspectives**, v. 25, n. 1, p. 159–84, March 2011.

ROCHA, R. H.; MENEZES-FILHO, N.; KOMATSU, B. K. Avaliando o impacto das políticas educacionais em sobral. **Economia Aplicada**, v. 22, n. 4, p. 5–30, 2018.

SALA-I-MARTIN, X.; DOPPELHOFFER, G.; MILLER, R. I. Determinants of long-term growth: A bayesian averaging of classical estimates (bace) approach. **American Economic Review**, v. 94, n. 4, p. 813–835, 2004.

SANTOS, A. L. dos. Um estudo sobre desempenho em matemática dos alunos matriculados na rede estadual de ensino em uma avaliação em larga escala. **Revista Eletrônica Paulista de Matemática**, v. 17, p. 152-164, 2020.

SILVA, P. B. C. d.; REZENDE, N. C.; QUARESMA, T. C. C.; CHRISPINO, A. Sobre o sucesso e o fracasso no ensino médio em 15 anos (1999 e 2014). **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, SciELO Brasil, v. 24, p. 445–476, 2016.

SILVA, R. T.; SANTOS, S. X. Matemática: um desafio para a educação básica conforme demonstrado nos resultados das avaliações externas no brasil e no estado de goiás. **REnCiMa**, São Paulo, v. 11, n. 6, p. 481-496, out./dez., 2020.

STEVENS, P.; WEALE, M. Education and economic growth. **International handbook on the economics of education**, Edward Elgar Northhampton, v. 27, p. 205–311, 2004.

VIEIRA, S. L.; PLANK, D. N.; VIDAL, E. M. Política Educacional no Ceará: processos estratégicos. **Educação & Realidade**, SciELO Brasil, v. 44, 2019.

WOESSMANN, L. The economic case for education. **Education Economics**, Routledge, v. 24, n. 1, p. 3–32, 2016.

INDICADORES DE CAPITAL SOCIAL PARA O DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL EM UNIDADES DE AGRICULTURA FAMILIAR NA COSTA OESTE PARANAENSE

Social capital indicators for sustainable rural development in family agriculture units on the west coast of Paraná

Valdir Serafim Junior

Contador. Doutor em Desenvolvimento Rural Sustentável. Professor Adjunto do Centro de Ciências Sociais Aplicadas da Unioeste – Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Avenida Tarquinio Joslin dos Santos, 1300 – Jardim Universitário – Foz do Iguaçu – PR, 85870-650. valdir.junior@unioeste.br

Adriana Maria de Grandi

Engenheira Agrícola. Doutora em Engenharia Agrícola. Professora Associada do Centro de Ciências Agrárias da Unioeste – Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Rua Pernambuco, 1777 – Marechal Cândido Rondon – PR, 85960-000. adriana.grandi@unioeste.br

Sandra Maria Coltre

Administradora. Doutora em Engenharia da Produção. Professora Adjunta do Centro de Ciências Sociais Aplicadas da Unioeste – Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Avenida Tarquinio Joslin dos Santos, 1300 – Jardim Universitário – Foz do Iguaçu – PR, 85870-650. sandra.coltre@unioeste.br

Fabíola Graciele Besen

Contadora. Doutora em Desenvolvimento Rural Sustentável. Professora Adjunta do Centro de Ciências Sociais Aplicadas da Unioeste – Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Avenida Tarquinio Joslin dos Santos, 1300 – Jardim Universitário – Foz do Iguaçu – PR, 85870-650. fabiola.besen@unioeste.br

Tércio Vieira de Araújo

Contador. Doutor em Desenvolvimento Rural Sustentável. Professor Adjunto do Centro de Ciências Sociais Aplicadas da Unioeste – Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Avenida Tarquinio Joslin dos Santos, 1300 – Jardim Universitário – Foz do Iguaçu – PR, 85870-650. tercio.araujo@unioeste.br

Resumo: Este estudo teve como objetivo calcular e analisar o Índice de Capital Social (ICS) em unidades de agricultura familiar localizadas na Costa Oeste do Paraná, considerando variáveis relacionadas ao núcleo familiar, à integração social, à produção e à comercialização. Tratou-se de uma pesquisa de caráter exploratório-descritivo, com abordagem qualitativa, baseada em dados de 200 unidades participantes do “Projeto de Agricultura Orgânica na BP3”, desenvolvido pela Biolabore em parceria com a Itaipu Binacional. Foram identificados fatores que contribuíram para a formação e o fortalecimento do ICS, como a pluriatividade, a existência de capital humano, a participação em entidades religiosas, cooperativas e associações, a adoção de práticas agroecológicas e a diversificação dos canais de comercialização. O ICS médio geral foi de 0,4860, classificado como baixo, embora muitas unidades tenham apresentado indicadores em transição para níveis médios. Esse cenário indicou a necessidade de políticas públicas e assistência técnica voltadas ao fortalecimento das variáveis com menor representatividade no índice. As dimensões que menos contribuíram para o ICS foram os processos sucessórios, o baixo protagonismo em entidades sociais, a fraca representação política em conselhos de desenvolvimento, a ausência de assistência técnica e a baixa inserção nos mercados institucionais.

Palavras-chave: Integração, participação, desenvolvimento.

Abstract: This study aimed to calculate and analyze the Social Capital Index (SCI) in family farming units located in the West Coast region of Paraná, Brazil, considering variables related to family structure, social integration, production, and commercialization. It was an exploratory-descriptive research with a qualitative-quantitative approach, based on data from 200 units participating in the “Organic Agriculture Project in BP3,” developed by Biolabore in partnership with Itaipu Binacional. The study identified factors that contributed to the formation and strengthening of social capital, such as pluriactivity, human capital, participation in religious institutions, cooperatives, and associations, adoption of agroecological practices, and diversification of commercialization channels. The overall SCI was 0.4860, classified as low, although many units showed indicators transitioning toward medium levels. This scenario indicated the need for public policies and technical assistance focused on strengthening the variables with lower representation in the index. The dimensions that contributed the least to the SCI were succession processes, low engagement in social organizations, weak political representation in development councils, lack of technical assistance, and limited participation in institutional markets.

Keywords: Integration, Participation, Development.



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

1 INTRODUÇÃO

A discussão sobre o conceito de capital social vem sendo largamente utilizada em estudos sobre a interação de indivíduos com a sociedade e desenvolvimento humano. Nessa pesquisa discute o conceito de capital social no contexto da agricultura familiar e desenvolvimento rural sustentável. Avalia, através de indicadores das unidades de agricultura familiar, pontos de fortalecimento do capital social (normas, sistemas, cooperação) na Costa Oeste Paranaense. Esses pontos podem contribuir para estratégias de desenvolvimento econômico e ambiental, garantindo a reprodução social.

Mesmo que a definição do termo capital social siga em um campo de debates, por buscar ao mesmo tempo a lógica do processo das relações sociais com a área das políticas e de desenvolvimento local, os diversos conceitos buscam englobar algo que é produzido, acumulado e reproduzido no campo das relações sociais, exercendo influência no funcionamento das instituições ou na melhoria dos processos sociais (Milani, 2007).

Quanto à agricultura familiar, seu estudo requer uma investigação sociológica multidimensional devido a multiplicidade das formas sociais familiares, seja pelo estudo da organização do trabalho, da produção ou pela sua relação com os recursos naturais, ou pela assimilação das metodologias de formação de estratégias de convívio com o ambiente social e os vários meios de exercício da ação política (Schneider, 2006).

Desse modo, o espaço rural tem passado por transformações impulsionadas por novas culturas, negócios e oportunidades, exigindo dos agricultores familiares adaptação aos aspectos físicos, sociais, culturais e ambientais. Nesse contexto, o capital social, ligado à organização desses agricultores, é essencial para promover ações colaborativas e integradas entre pessoas e grupos (Abramovay, 2000).

A partir destas considerações, tornam-se importantes estudos sobre os indicadores de capital social dos agricultores familiares. Desse modo, o presente estudo tem como questão de pesquisa: Como se comporta o indicador de capital social, levantado através das características de unidades de agricultura familiar na Costa Oeste Paranaense?

O estudo teve como objetivo calcular e analisar o Índice de Capital Social (ICS) com base em características familiares, integração social, produção e comercialização em unidades da agricultura familiar na Costa Oeste Paranaense¹. A pesquisa buscou identificar, por meio de indicadores, as potencialidades dessas unidades e os efeitos do capital social no desenvolvimento rural sustentável, com ênfase nas realidades locais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Capital Social

Para Leis e Cavalcanti (2019), o uso do conceito de capital social apresenta diferenças conceituais e focos de pesquisa diversos entre os autores difusores – Robert Putnam, James Coleman e Pierre Bourdieu. Primeiramente, identifica-se duas correntes interpretativas: a econômica que busca entender os métodos de incrementação de capital social através de ações racionais, desenvolvendo formas de quantificação e construção de indicadores, aproximando-se dessa abordagem dos conceitos de Putnam (1993) e Coleman (1988).

1 A Região Costa-Oeste do Paraná, situada na Mesorregião Oeste do estado, abrange 15 municípios paranaenses e o de Mundo Novo (MS), todos localizados às margens do Lago de Itaipu. Essa região foi formada em 1982 com a criação do lago, resultado da construção da Usina Hidrelétrica de Itaipu, fruto de um acordo entre Brasil e Paraguai que represou o Rio Paraná na fronteira entre os dois países (Souza, 2008).

Na segunda, a abordagem sociológica, destacam-se os aspectos estruturais do capital social, com ênfase nas redes de relacionamento e na geração de confiança. Bourdieu é referência central nessa perspectiva mais ampla (Leis; Cavalcante, 2019).

Para Putnam (1993, p. 35), capital social refere-se a características das organizações sociais, como redes, normas e confiança, que facilitam a cooperação para benefício mútuo. Ele destaca o caráter coletivo do conceito ao afirmar que “trabalhar em conjunto é mais fácil numa comunidade com alto capital social”. Em sua análise, regiões italianas com forte participação cívica e solidariedade apresentavam melhor funcionamento democrático, ao contrário daquelas com baixo engajamento cidadão.

Coleman (1988) incorporou o princípio da ação racional à análise dos sistemas sociais, propondo o capital social como elo entre aspectos econômicos e sociológicos. Em pesquisa com estudantes do ensino médio, demonstrou que o capital social, influenciado pelo núcleo familiar, pode contribuir para a formação de capital humano (Leis; Cavalcante, 2019). Para Coleman (1988), o capital social é caracterizado por sua funcionalidade. Ele não representa uma entidade única, mas sim um conjunto diverso de elementos que compartilham dois aspectos fundamentais: todos estão inseridos em estruturas sociais e têm como propósito facilitar determinadas ações dos indivíduos ou organizações dentro dessas estruturas.

Outra forma de capital social está nos canais de informação, essenciais para orientar ações dentro das redes sociais, embora sua absorção exija atenção, outra forma refere-se a normas e sanções efetivas, que, quando compartilhadas e respeitadas coletivamente, fortalecem o capital social, mesmo que de forma frágil (Coleman, 1988).

Milani (2007) destaca que não há um único significado para capital social. Os diversos conceitos refletem sua produção e reprodução nas relações sociais, influenciando instituições e processos sociais. A definição permanece em debate, especialmente por tentar conciliar as dinâmicas sociais com estratégias de desenvolvimento local.

Os autores citados concordam que o capital social está nas relações entre indivíduos, iniciadas na família e na comunidade, gerando confiança e facilitando a sustentabilidade por meio da comercialização. Portes (2000) destaca que essas redes se fortalecem com o acesso cooperativo às instituições. Na agricultura familiar, essas relações próximas frequentemente sustentam sistemas cooperativos que promovem a sustentabilidade.

2.2 Agricultura familiar e suas formas de geração de Capital Social

Segundo Bertolini *et al.* (2020), a agricultura familiar tem papel social e econômico fundamental, sendo responsável pelo abastecimento de alimentos saudáveis no Brasil e no mundo, sem comprometer o meio ambiente. Com potencial para alimentar 10 milhões de pessoas até 2050, é essencial para garantir a segurança alimentar global.

A agricultura familiar também é responsável por grande parte das ocupações no meio rural e pela preservação dos recursos naturais, além de manter o espaço habitado. Diferentemente do agronegócio, que foca na produção de *commodities* para exportação, ela valoriza aspectos sociais e ambientais (Mattei, 2014).

Segundo Abramovay (1999), mais importante do que vantagens naturais, localização ou setor de atuação é a proximidade social entre os agentes, ela permite uma coordenação eficaz, capaz de valorizar o ambiente em que atuam e transformá-lo em base para iniciativas inovadoras.

Assim, o estudo do capital social e da pluriatividade é essencial diante das novas formas de ocupação do meio rural, exigindo políticas públicas voltadas à geração de emprego não agrícola. Esses temas representam uma inovação nas políticas regionais, ao incluir os agricultores na formulação de estratégias locais (Rocha, 2016).

Na agricultura familiar, a agroindustrialização marca a transição do autoconsumo para a atividade mercantil, agregando valor aos produtos e aumentando a renda, especialmente por meio da venda direta. Essa estratégia também fortalece o capital social e humano (Niederle; Grisa, 2008).

O capital social favorece o desenvolvimento econômico ao impulsionar a produção, o avanço tecnológico e a organização no meio rural (Rattner, 2003). Para Schneider (2016), os mercados vão além da simples troca econômica, sendo também espaços sociais que moldam valores, instituições e dinâmicas familiares. Por exercerem influência sobre comportamentos e relações sociais, os mercados podem ser compreendidos como fatos sociais, capazes de gerar tanto coesão quanto conflitos.

Nesse sentido, o capital social atua como ferramenta para melhorar ações coletivas, permitindo o uso mais eficiente dos recursos e fortalecendo relações locais (Abramovay, 2000). Para Santos (2014), a coesão social amplia a capacidade de grupos enfrentarem questões estruturais, sendo essencial na execução de políticas públicas, ao influenciar a construção da vontade coletiva.

2.3 Fortalecimento do Capital Social para um Desenvolvimento Rural Sustentável

Segundo Costabeber e Caporal (2003, p.2), a partir do Relatório de Brundtland (1987), surge um conceito oficial de Desenvolvimento Sustentável, o “desenvolvimento sustentável é aquele que satisfaz as necessidades da geração presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras para satisfazer suas próprias necessidades”.

Para Sachs (1994), em sua proposição do conceito de desenvolvimento sustentável, seria um desenvolvimento socialmente justo, economicamente viável e ambientalmente correto, isto significa que deve atender às dimensões social, econômica e ambiental e debatido numa visão multidimensional que vincula aspectos econômicos, políticos, éticos, sociais, culturais e ecológicos.

O conceito de desenvolvimento rural tem passado por transformações, deixando de se restringir à produção agrícola voltada ao mercado global. Segundo Ploeg *et al.* (2000), novas diretrizes incluem a valorização de bens coletivos, a integração com ecossistemas locais, a preferência por economias de escopo e o incentivo à pluriatividade nas famílias rurais. Esse novo rural é caracterizado por práticas inovadoras de produção, distribuição e consumo, articuladas por diversos atores do meio rural (Ploeg *et al.*, 2004; Schneider *et al.*, 2013; Staduto; Lobão, 2018).

O conceito de espaço rural vem sendo redefinido, devido ao aparecimento de novas funções e tipos de ocupações nele inseridas, um conjunto de atividades ligadas ao comércio, serviços e indústria, a procura por formas de lazer e até mesmo de meios alternativos de vida no campo, por pessoas vindas da cidade que buscam melhorar sua qualidade de vida, reduzindo cada vez mais, as diferenças entre o rural e o urbano (Carneiro, 1999; Elesbão, 2007; Telles *et al.*, 2017).

O desenvolvimento rural, com base territorial local ou regional, passou a integrar diversos setores produtivos e de apoio, atendendo às especificidades de diferentes grupos sociais, como turistas, aposentados e residentes temporários. A função produtiva, antes centrada na agricultura, expandiu-se para atividades como artesanato, turismo e conservação ambiental (Veiga, 2000; Kageyama, 2008). Nesse contexto, o desenvolvimento local sustentável deve ser compreendido como um processo político, que promova a representação efetiva de grupos historicamente excluídos pelas elites locais (Graziano da Silva, 1997; 2001).

Para Alentejano (2015), as dificuldades predominantes ao desenvolvimento rural de base local seriam a falta de confiança dos agricultores na própria capacidade e a ingerência política na ação dos Conselhos de Desenvolvimento Rural, pois as prefeituras consideram esse espaço como rival do executivo. Existe baixa participação da sociedade civil, principalmente jovens e mulheres, além da capacidade restrita de técnicos para tratar com esses novos canais de participação.

3 METODOLOGIA

Este artigo caracteriza-se como um estudo exploratório descritivo das informações extraídas do banco de dados e relatórios do “Projeto de Agricultura Orgânica na BP3”, trabalho conduzido e desenvolvido pela Biolabore - Cooperativa de Trabalho e Assistência Técnica do Paraná, em conjunto com a Itaipu Binacional. O estudo é descritivo, pois tem como objetivo inicial descrever as características da amostra (propriedades, membros, produção, comercialização). Exploratório, pois busca identificar, verificar a existência do ICS nas propriedades analisadas.

A Bacia do Paraná 3 (BP3), localizada no extremo Oeste do Paraná, foi atendida pela Biolabore por meio da ATER – Assistência Técnica e Extensão Rural, entre abril de 2015 e abril de 2018. Nesse período, dentro do Projeto de Desenvolvimento Rural Sustentável do Programa Cultivando Água Boa (Itaipu Binacional), foram acompanhadas 535 unidades de agricultura familiar com potencial agroecológico na região da Costa Oeste.

O estudo abrangeu 200 unidades de agricultura familiar, localizadas nos municípios de Céu Azul, Diamante do Oeste, Entre Rios do Oeste, Medianeira, Pato Bragado, Santa Helena, Guaíra, São José das Palmeiras e Terra Roxa. Essas unidades apresentam proximidade geográfica, condições climáticas semelhantes, tipos de solo parecidos e características produtivas comuns. Os resultados obtidos baseiam-se nessas 200 unidades, representando um nível de confiança de 95% e uma margem de erro de 5,5%, conforme os parâmetros da Fórmula 1 para cálculo amostral, em que n é o tamanho da amostra, N a população, Z o valor da variável padronizada associada ao nível de confiança, p a probabilidade do evento e e o erro amostral.

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

O capital social dessas unidades familiares foi medido de acordo com variáveis relacionadas a família, integração social e produção e comercialização, para o cálculo do ICS – Índice de Capital Social, utilizou-se a proposta de Khan e Silva (2002) que matematicamente pode ser definida da seguinte forma:

$$ICS = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \left[\frac{\sum_{i=1}^m E_{ij}}{\sum_{i=1}^m E_{max_i}} \right] \quad (2)$$

Já a contribuição de cada variável no ICS das unidades familiares foi alcançada da seguinte maneira:

$$C_i = \frac{\sum_{j=1}^m E_{ij}}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n E_{max_i}} \quad (3)$$

Onde: ICS = Índice de capital social; E_{ij} = escore do i -ésimo indicador obtido pelo j -ésimo unidades familiares; E_{max_i} = escore máximo do i -ésimo indicador; C_i = contribuição do indicador “ i ” no índice de capital social; $i = 1, \dots, m$, número de indicadores; $j = 1, \dots, n$, número de unidades familiares.

Quanto mais próximo de 1 for o valor do ICS, maior será o nível de acumulação de capital social nas unidades familiares. Para classificar esse nível, adotaram-se os critérios propostos por Khan e Silva (2002): Baixo: $0 < ICS \leq 0,5$; Médio: $0,5 < ICS \leq 0,8$; Alto: $0,8 < ICS \leq 1$. Os resultados foram alcançados através de análises efetivadas por estatística descritiva e utilizadas tabelas

de frequências, tabelas de referências cruzadas, teste de normalidade de variáveis, correlação de variáveis e redes sociais.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 analisa variáveis relacionadas à reprodução social das famílias, com base no capital social gerado pelas interações familiares. Observa-se uma mudança nos padrões sucessórios, sem grandes diferenças entre famílias com mais de três moradores ou com filhos residentes, o que pode impactar seus projetos futuros. A presença de jovens e idosos, embora não predominante, contribui para o fortalecimento do capital social, especialmente pela transmissão de saberes entre gerações. Destaca-se ainda a intenção dos filhos em manter vínculos com a terra, embora muitos ainda estejam indecisos, o que exige políticas que incentivem sua permanência na agricultura familiar de forma integrada à vida social.

As relações familiares e as atividades desenvolvidas no meio rural influenciam diretamente a condição socioeconômica das famílias, com a juventude desempenhando papel fundamental na geração de novas fontes de renda, por meio do capital social e da viabilidade produtiva (Deggerone et al., 2014). Já o envelhecimento da população rural, segundo Anjos *et al.* (2006), resulta do aumento da expectativa de vida aliado à redução da presença de jovens no campo.

Tabela 1 – Variáveis indicadoras de existência de Capital Social das unidades familiares vinculadas a família

Variáveis indicadoras		Não (0)	Sim (1)	TOTAL
Família	Existem mais que dois membros residentes na unidade familiar?	88 44,0%	112 56,0%	200 100%
	Existem filhos residentes na unidade familiar?	84 42,0%	116 58,0%	200 100%
	Possuem filhos menores que 14 anos que podem absorver capital humano?	149 74,5%	51 25,5%	200 100%
	Possuem membros com mais de 60 anos que podem fornecer capital humano?	127 63,5%	73 36,5%	200 100%
	Possuem filhos com pretensão de manter vínculos com a propriedade?	122 61,0%	78 39,0%	200 100%
	Existe indícios de pluriatividade na unidade familiar, com geração de renda extra agrícola?	138 69,0%	62 31,0%	200 100%
	Possuem membros com ensino médio completo ou incompleto?	88 44,0%	112 56,0%	200 100%
	Possuem membros com ensino superior completo ou incompleto?	159 79,5%	41 20,5%	200 100%

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

A pluriatividade foi observada em parte das unidades familiares, refletindo o contexto socioeconômico em que estão inseridas, essa prática contribui para o capital social e pode atuar como estratégia de reprodução da agricultura familiar. Conforme Schneider (2001), ela consiste na combinação contínua de atividades agrícolas e não agrícolas dentro da mesma família, atendendo tanto a objetivos coletivos quanto individuais.

A maioria das unidades familiares apresenta escolaridade de nível médio, refletindo o atraso educacional das gerações mais antigas e o maior acesso ao ensino superior entre os jovens. A diversidade nos níveis de escolaridade contribui para o capital humano, impulsionando o desenvolvimento e atividades complementares à agricultura, o que também fortalece o capital social.

Para Abramovay (2000), mais do que ampliar o acesso à educação rural, é necessário transformar o ambiente de produção e uso do conhecimento no campo.

O conhecimento é um elemento necessário para que o desenvolvimento possa ocorrer, pois “o nível educacional atua sobre as capacidades para processar informação, localizar fatos relevantes, adquirir informações necessárias, determinar critérios para a tomada de decisões, e fazer seleções ou escolhas em situações de produção” (Hansen, 2003, p. 2).

O segundo conjunto de variáveis analisadas refere-se à integração social das famílias, conforme apresentado na Tabela 2. Observou-se maior participação em instituições religiosas, cooperativas e associações, especialmente nas de produtores e comunitárias. No entanto, a atuação efetiva dos membros nessas entidades ainda é limitada, com baixa representatividade em cargos mais ativos.

Segundo Azevedo (2015), a possibilidade de participação da agricultura familiar, organizada em grupos formais (cooperativas e associações) ou não formais (apoiada por entidades não remuneradas e sem responsabilidade formal) nos canais de comercialização institucional valoriza a realidade local, fortalecendo o capital social, por meio da interação de grupos locais com as instituições envolvidas nos programas.

Tabela 2 – Variáveis indicadoras de existência de Capital Social das unidades familiares vinculadas a integração social

Variáveis indicadoras		Não (0)	Sim (1)	TOTAL
Integração social	Na unidade familiar algum membro participa de instituições religiosas?	42 21,0%	158 79,0%	200 100,0%
	Na unidade familiar algum membro participa de cooperativas?	59 29,5%	141 70,5%	200 100,0%
	Na unidade familiar algum membro participa de associações?	36 18,0%	164 82,0%	200 100,0%
	Na unidade familiar algum membro participa de sindicatos?	127 63,5%	73 36,8%	200 100,0%
	Na unidade familiar algum membro participa de conselhos municipais?	191 95,5%	9 4,5%	200 100,0%
	Na unidade familiar algum membro exerce alguma função perante os agentes de organização e interação social?	125 62,5%	75 37,5%	200 100,0%

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Conforme Abramovay (2000, p.2), “mais importante que vantagens competitivas dadas por atributos naturais, de localização ou setoriais é o fenômeno da proximidade social que permite uma forma de coordenação entre os atores capaz de valorizar o conjunto do ambiente em que atuam e, portanto, de convertê-lo em base para empreendimentos inovadores”. Pela análise dos índices, observa-se a integração social em alguns casos não é expressiva.

Para De Moura (2007), a criação dos conselhos municipais já representa um avanço, ao abrir espaço para a participação da sociedade nas decisões políticas. No entanto, a efetividade da atuação dos representantes da agricultura familiar depende de múltiplos fatores, especialmente do grau de organização do grupo, de sua trajetória política, além do apoio governamental e de entidades externas, como ONGs e mediadores.

Segundo Coleman (1990), o capital social é formado pelas redes de relações sociais que permitem aos indivíduos alcançar objetivos que, de outra forma, seriam inacessíveis ou mais custosos. Essas relações incluem redes formais e informais, confiança mútua, normas sociais, autoridade e acesso facilitado à informação (Gomes, 2005). Nesse contexto, analisar as variáveis ligadas à produção e comercialização é essencial, pois quanto maior o capital social dos agricultores, maiores tendem a ser os benefícios nessas atividades.

A Tabela 3 aborda variáveis ligadas à produção e comercialização, destacando que todas as unidades já adotavam práticas agroecológicas. Essa abordagem, além de ambiental e ética, incorpora dimensões sociais, políticas e culturais, contribuindo para o fortalecimento do capital social. No entanto, chama atenção o fato de que, no momento da caracterização, grande parte das unidades ainda não tinha acesso à assistência técnica, o que limita o conhecimento sobre recursos e informações essenciais para aprimorar os sistemas produtivos, impactando renda e qualidade de vida.

A agroecologia e sua transição promovem uma reestruturação dos sistemas de produção, comercialização e organização social, estabelecendo novas bases sustentáveis do ponto de vista social, cultural, ecológico e técnico. Nesse processo, valores como solidariedade, ética e sustentabilidade caminham juntos, contribuindo para redefinir a forma como o mercado funciona (Zonin, 2007).

Sobre as atividades produtivas, identificou-se que as unidades familiares em grande maioria possuem mais de uma atividade não relacionada a *commodities* (milho e soja), encontrando um processo de diversificação na produção e consequentemente econômica, o que contribui para ampliar a renda e canais de comercialização, diminuindo riscos encontrados nas especializações produtivas ou exclusivamente na produção de *commodities* em escala.

Modenese e Sant'Ana (2019), identificaram em seu estudo que trata sobre a diversificação produtiva e da comercialização dos agricultores familiares por meio do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA), que os agricultores pesquisados ampliaram o número de culturas produzidas com a finalidade de comercialização. Grisa (2009) aponta a diversificação produtiva como um dos benefícios do PAA, na medida em que conecta a oferta com uma demanda diversificada.

Outro indicador importante encontrado é a introdução por parte das unidades familiares da prática da agroindustrialização, demonstrando mais uma alternativa na composição de renda e utilização de mão de obra da família, utilizando-se de técnicas e conhecimentos para agregação de valor aos produtos.

A agroindustrialização fortalece o capital social ao possibilitar a venda direta aos consumidores, organizando mercados locais baseados em laços de parentesco, amizade e confiança, o que reativa vínculos sociais e cria circuitos diferenciados de comercialização. Já o capital humano é ampliado por meio de capacitações, como cursos, palestras e dias de campo, que apresentam novas técnicas de transformação e agregação de valor aos alimentos (Niederle; Grisa, 2008).

As cadeias agroalimentares curtas remetem a formas de comercialização da produção agrícola que busca a proximidade entre produtores e consumidores, possibilitando uma conexão que permita maior interatividade na construção mútua de relações de confiança (Conterato; Strate, 2019).

Tabela 3 – Variáveis indicadoras de existência de Capital Social das unidades familiares vinculadas a produção e comercialização

Variáveis indicadoras		Não (0)	Sim (1)	TOTAL
Produção e comercialização	Possui práticas agroecológicas na propriedade?	18 9,0%	182 91,0%	200 100,0%
	Possui assistência técnica especializada de alguma entidade?	148 74,0%	52 26,0%	200 100,0%
	Possui mais de uma atividade produtiva na unidade familiar, não relacionada a commodities?	71 35,5%	129 64,5%	200 100,0%
	Possui processo de agroindustrialização na unidade familiar?	141 70,5%	59 29,5%	200 100,0%
	Possui mais de um canal de comercialização?	64 32,0%	136 68,0%	200 100,0%
	Relaciona-se com mercados locais, os circuitos curtos de comercialização (feira e venda direta)?	59 29,5%	141 70,5%	200 100,0%
	Relaciona-se com mercados institucionais, compras governamentais (PAA e PNAE)	122 61,0%	78 39,0%	200 100,0%

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

As formas de comercialização da produção foram consideradas relevantes para a geração de capital social, pois fortalecem as relações sociais e incentivam a cooperação e o associativismo. Observou-se que muitas unidades utilizam múltiplos canais, com destaque para mercados locais e circuitos curtos, como feiras e vendas diretas. No entanto, a participação em mercados institucionais ainda é limitada, o que exige uma análise mais aprofundada sobre os motivos da baixa adesão.

Segundo Schneider (2016), em mercados de proximidade, onde as relações são pessoais, surgem mecanismos de controle baseados na confiança e amizade. Essas interações fortalecem o capital social, pois as trocas ocorrem de forma direta e local, sendo reguladas por instituições fundamentadas em vínculos interpessoais.

Demonstra-se na Tabela 4, após a análise dos quantitativos de todas as variáveis e o processamento através da fórmula do ICS, de forma individualizada os indicadores das unidades familiares, demonstrando que poucas unidades apresentaram alto nível de ICS ($0,8 < \text{ICS} \leq 1$) (2,5%), ficando a maioria dos casos classificados com baixo nível ICS ($0 < \text{ICS} \leq 0,5$) (52,5%), contudo é considerável a quantidade que apresentou nível médio de ICS ($0,5 < \text{ICS} \leq 0,8$) (45,0%).

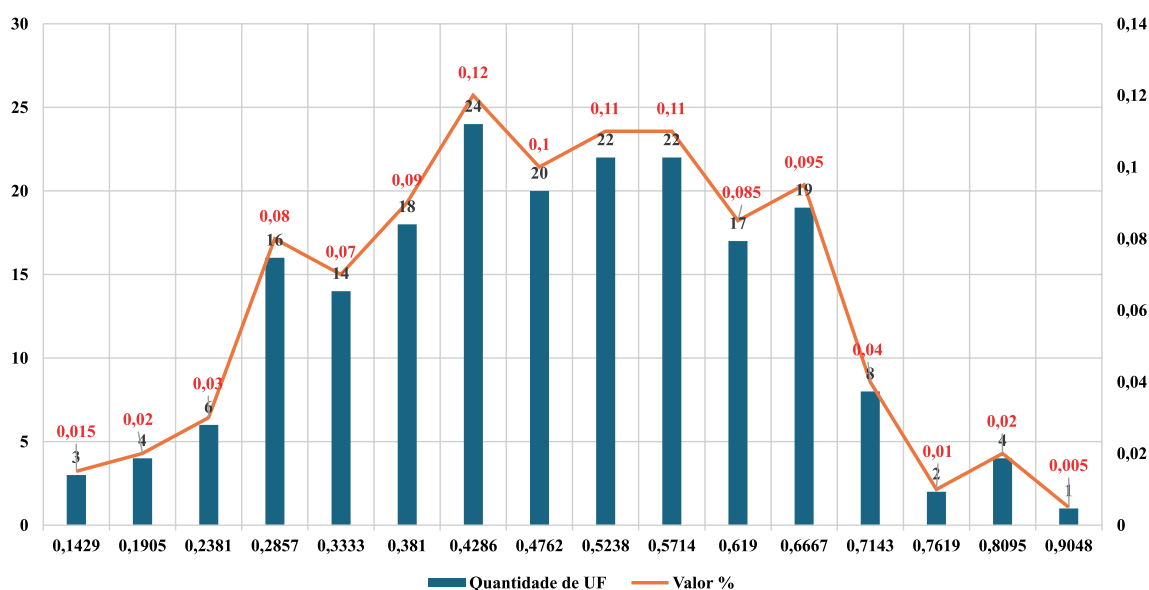
Tabela 4 – ICS – Índice de Capital Social por critério de avaliação das unidades familiares da Costa Oeste Paranaense

Níveis do ICS	Critério de avaliação	Quantidade	%
Baixo nível do ICS	$0 < \text{ICS} \leq 0,5$	105	52,5%
Médio nível do ICS	$0,5 < \text{ICS} \leq 0,8$	90	45,0%
Alto nível do ICS	$0,8 < \text{ICS} \leq 1$	5	2,5%
Total		200	100%

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

No Gráfico 1, encontra-se a distribuição dos ICS das unidades por escalas crescentes, (baseado no estudo de Khan e Silva (2002), onde (22%), dentro do critério de avaliação de baixo nível do ICS ($0 < \text{ICS} \leq 0,5$) correspondente a 44 unidades familiares, apresentam valores superiores a 0,4, indicando que existe um quantitativo significativo de unidades que se encontram em um nível de transposição de escala de ICS de baixo para médio, necessitando uma análise individual das variáveis indicadoras de ICS que foram relacionadas a estas propriedades.

Gráfico 1 – Distribuição do ICS – Índice de Capital Social das unidades familiares da Costa Oeste Paranaense por valores individuais de avaliação



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Na Tabela 5, encontra-se o ICS geral das unidades, correspondente a 0,4860, dentro do critério de avaliação de baixo nível do ICS ($0 < \text{ICS} \leq 0,5$), critérios de avaliação baseados no estudo de Khan e Silva (2002). Deve-se efetuar uma análise das variáveis que compuseram o ICS geral, as variáveis que mais contribuíram para a composição do indicador a existência de práticas agroecológicas relacionado a produção, a participação em associações (comunitárias e de produtores) e em instituições religiosas relacionados a interação social.

Ainda com valores significativos, pode-se verificar variáveis relacionadas a comercialização através da relação das unidades com mercados locais e circuitos curtos de comercialização (feira e venda direta) e quantidade de canais de comercialização; a integração social nesse caso é fortemente representada pela participação em cooperativas; quanto a produção agrícola, o peso favorável na composição do indicador foi representado pela diversificação encontrada nas unidades, excluindo-se as *commodities*.

Na sequência, encontram-se variáveis relacionadas à família, que indicam a possível geração de capital social em seu núcleo familiar, por existir filhos residentes nas unidades, pela constatação de que boa parte das famílias ainda apresenta mais de dois membros residentes e pela existência de capital humano representado pelo nível de escolaridade.

A redução da relevância de algumas variáveis na composição do ICS geral foi observada, especialmente quanto à intenção dos filhos em manter vínculo com a propriedade, uma variável instável, já que muitos ainda são jovens para tomar essa decisão. No outro extremo, a presença de idosos contribui com capital humano por meio de suas experiências. A pluriatividade também se enquadra nesse grupo de menor peso no índice.

Em relação à integração social, constatou-se baixa participação em sindicatos e pouca atuação em cargos de liderança nas entidades, o que reduz o impacto dessas variáveis no ICS. No campo da comercialização, a participação em programas institucionais como PAA e PNAE foi limitada. Considerando que essas políticas públicas tendem a elevar o ICS, é necessário investigar os fatores que influenciam a adesão ou não dos agricultores a esses programas, considerando suas realidades produtivas.

Tabela 5 – ICS – Índice de Capital Social geral das unidades familiares da Costa Oeste Paranaense

Variáveis para cálculo do ICS	ICS	VA %	VR %
Possui práticas agroecológicas na propriedade?	0,04333	8,9%	8,9%
Na unidade familiar algum membro participa de associações?	0,03905	8,0%	16,9%
Na unidade familiar algum membro participa de instituições religiosas?	0,03762	7,7%	24,6%
Relaciona-se com mercados locais, os circuitos curtos de comercialização (feira e venda direta)?	0,03357	6,9%	31,5%
Na unidade familiar algum membro participa de cooperativas?	0,03333	6,9%	38,4%
Possui mais de um canal de comercialização?	0,03238	6,7%	45,1%
Possui mais de uma atividade produtiva na unidade familiar, não relacionada a commodities?	0,03071	6,3%	51,4%
Existem filhos residentes na unidade familiar?	0,02762	5,7%	57,1%
Existem mais que dois membros residentes na unidade familiar?	0,02667	5,5%	62,6%
Possuem membros com ensino médio completo ou incompleto?	0,02667	5,5%	68,1%
Possuem filhos com pretensão de manter vínculo com a propriedade?	0,01857	3,8%	71,9%
Relaciona-se com mercados institucionais, compras governamentais (PAA, PNAE)?	0,01857	3,8%	75,7%
Na unidade familiar algum membro exerce alguma função perante os agentes de org. e interação social?	0,01786	3,7%	79,4%
Possuem membros com mais de 60 anos que podem fornecer capital humano?	0,01738	3,6%	83,0%
Na unidade familiar algum membro participa de sindicatos?	0,01738	3,6%	86,6%
Existe pluriatividade na unidade familiar, com geração de renda extra agrícola?	0,01476	3,0%	89,6%
Possui processo de agroindustrialização na unidade familiar?	0,01405	2,9%	92,5%
Possui assistência técnica especializada de alguma entidade?	0,01238	2,5%	95,0%
Possuem filhos menores que 14 anos que podem absorver capital humano?	0,01214	2,5%	97,5%
Possuem membros com ensino superior completo ou incompleto?	0,00976	2,1%	99,6%
Na unidade familiar algum membro participa de conselhos municipais?	0,00214	0,4%	100,0%
ICS - Índice de Capital Social	0,4860	100%	

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Duas variáveis que menos contribuíram para o ICS foram a baixa agroindustrialização e o limitado acesso à assistência técnica, fatores que dependem fortemente de políticas públicas para ampliar oportunidades, melhorar os sistemas produtivos e gerar renda nas propriedades.

No âmbito familiar, destaca-se a baixa presença de jovens menores de 14 anos, o que levanta preocupações sobre a sucessão rural. Soma-se a isso o atraso educacional das gerações mais velhas, que não tiveram acesso ao ensino superior. No entanto, esse cenário pode mudar com o tempo, à medida que os jovens ingressem em níveis mais altos de escolarização, fortalecendo o capital humano e, consequentemente, o ICS.

A variável mais crítica foi a fraca participação social e política das famílias, especialmente nos conselhos municipais de desenvolvimento, espaços estratégicos para propor ações voltadas à sustentabilidade da agricultura familiar.

Na Tabela 6, a análise escalonada do ICS, complementada por cruzamentos de variáveis, revela que famílias com mais de dois membros tendem a apresentar níveis médios e altos de ICS, as com idade média mais jovem também demonstram maior potencial de capital social, possivelmente pelo maior engajamento em práticas produtivas, comerciais e sociais.

Outra constatação é que a idade média familiar também interfere no ICS, sendo que as famílias com idade média mais jovens potencializam o ICS. É bem provável que a disposição dos membros dessas unidades em relação ao interesse de integração social e métodos de produção e comercialização possam ser os fatores determinantes.

Tabela 6 – ICS – Índice de Capital Social por critério de avaliação das unidades familiares da Costa Oeste Paranaense em relação ao tamanho e idade média da família

Tamanho da família		Baixo ICS	Médio ICS	Alto ICS	Total	Idade média da família		Baixo ICS	Médio ICS	Alto ICS	Total
Até 2 membros	Contagem	76	12	0	88	Até 30 anos	Contagem	17	28	2	47
	% Família	86,4%	13,6%	0,0%	100,0%		% Idade	36,2%	59,6%	4,3%	100,0%
	% ICS	72,4%	13,3%	0,0%	44,0%		% ICS	16,2%	31,1%	40,0%	23,5%
	% Total	38,0%	6,0%	0,0%	44,0%		% Total	8,5%	14,0%	1,0%	23,5%
Acima de 2 a 4 membros	Contagem	21	60	3	84	Acima de 30 até 60 anos	Contagem	63	58	3	124
	% Família	25,0%	71,4%	3,6%	100,0%		% Idade	50,8%	46,8%	2,4%	100,0%
	% ICS	20,0%	66,7%	60,0%	42,0%		% ICS	60,0%	64,4%	60,0%	62,0%
	% Total	10,5%	30,0%	1,5%	42,0%		% Total	31,5%	29,0%	1,5%	62,0%
Acima de 4 membros	Contagem	8	18	2	28	Acima de 60 anos	Contagem	25	4	0	29
	% Família	28,6%	64,3%	7,1%	100,0%		% Idade	86,2%	13,8%	0,0%	100,0%
	% ICS	7,6%	20,0%	40,0%	14,0%		% ICS	23,8%	4,4%	0,0%	14,5%
	% Total	4,0%	9,0%	1,0%	14,0%		% Total	12,5%	2,0%	0,0%	14,5%
Total	Contagem	105	90	5	200	Total	Contagem	105	90	5	200
	% Família	52,5%	45,0%	2,5%	100,0%		% Idade	52,5%	45,0%	2,5%	100,0%
	% ICS	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%		% ICS	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
	% Total	52,5%	45,0%	2,5%	100,0%		% Total	52,5%	45,0%	2,5%	100,0%

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

A Tabela 7 relaciona o ICS com o número de membros das famílias que possuem ensino médio ou superior e com a diversidade de atividades produtivas nas propriedades. Observa-se que a presença de membros com maior escolaridade fortalece o capital humano, elevando o ICS à medida que aumenta o número de pessoas com esse perfil.

Quanto à diversidade produtiva, unidades com apenas uma atividade, geralmente especializadas, tendem a apresentar ICS mais baixos. Já aquelas com maior variedade de atividades alcançam níveis mais altos do índice. Cazella e Mattei (2002) destacam que a diversificação produtiva contribui para a formação de capital social e impulsiona o desenvolvimento territorial.

Tabela 7 – ICS – Índice de Capital Social por critério de avaliação das unidades familiares da Costa Oeste Paranaense em relação a ensino dos membros e número de atividades produtivas

Membros relacionados a ensino médio e superior (completo e incompleto)		Baixo ICS	Médio ICS	Alto ICS	Total
Nenhum membro	Contagem	54	17	0	71
	% Membros	76,1%	23,9%	0,0%	100,0%
	% ICS	51,4%	18,9%	0,0%	35,5%
	% Total	27,0%	8,5%	0,0%	35,5%
Até dois membros	Contagem	44	57	3	104
	% Membros	42,3%	54,8%	2,9%	100,0%
	% ICS	41,9%	63,3%	60,0%	52,0%
	% Total	22,0%	28,5%	1,5%	52,0%
Acima de dois membros	Contagem	7	16	2	25
	% Membros	28,0%	64,0%	8,0%	100,0%
	% ICS	6,7%	17,8%	40,0%	12,5%
	% Total	3,5%	8,0%	1,0%	12,5%
Total	Contagem	105	90	5	200
	% Membros	52,5%	45,0%	2,5%	100,0%
	% ICS	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
	% Total	52,5%	45,0%	2,5%	100,0%
Número de atividades produtivas		Baixo ICS	Médio ICS	Alto ICS	Total
1 atividade	Contagem	42	10	2	54
	% Atividade	77,8%	18,5%	3,7%	100,0%
	% ICS	40,0%	11,1%	40,0%	27,0%
	% Total	21,0%	5,0%	1,0%	27,0%
De 2 a 3 atividades	Contagem	47	49	2	98
	% Atividade	48,0%	50,0%	2,0%	100,0%
	% ICS	44,8%	54,4%	40,0%	49,0%
	% Total	23,5%	24,5%	1,0%	49,0%
Acima de 3 atividades	Contagem	16	31	1	48
	% Atividade	33,3%	64,6%	2,1%	100,0%
	% ICS	15,2%	34,4%	20,0%	24,0%
	% Total	8,0%	15,5%	0,5%	24,0%
Total	Contagem	105	90	5	200
	% Atividade	52,5%	45,0%	2,5%	100,0%
	% ICS	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
	% Total	52,5%	45,0%	2,5%	100,0%

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

A análise dos dados revela a necessidade de avaliar o potencial de aumento da renda econômica. A Tabela 8 mostra que propriedades com renda anual total de até R\$ 20.000,00 concentram-se na faixa de baixo ICS. Na faixa entre R\$ 20.000,00 e R\$ 50.000,00, essa tendência se mantém quando considerada a renda total, mas ao focar apenas na renda agrícola, há uma divisão entre baixo e médio ICS, indicando maior influência da renda gerada na propriedade. Já nas propriedades com renda acima de R\$ 50.000,00, observa-se elevação do ICS, tanto na renda total quanto na agrícola.

Tabela 8 – ICS – Índice de Capital Social por critério de avaliação das unidades familiares da Costa Oeste Paranaense em relação a renda bruta anual total e agrícola

Renda bruta total anual		Baixo ICS	Médio ICS	Alto ICS	Total
Até R\$ 20.000,00	Contagem	16	10	0	26
	% Renda	61,5%	38,5%	0,0%	100,0%
	% ICS	15,2%	11,1%	0,0%	13,0%
	% Total	8,0%	5,0%	0,0%	13,0%
Acima de R\$ 20.000,00 até R\$ 50.000,00	Contagem	53	20	1	74
	% Renda	71,6%	27,0%	1,4%	100,0%
	% ICS	50,5%	22,2%	20,0%	37,0%
	% Total	26,5%	10,0%	0,5%	37,0%
Acima de R\$ 50.000,00	Contagem	36	60	4	100
	% Renda	36,0%	60,0%	4,0%	100,0%
	% ICS	34,3%	66,7%	80,0%	50,0%
	% Total	18,0%	30,0%	2,0%	50,0%
Total	Contagem	105	90	5	200
	% Renda	52,5%	45,0%	2,5%	100,0%
	% ICS	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
	% Total	52,5%	45,0%	2,5%	100,0%
Renda bruta agrícola anual		Baixo ICS	Médio ICS	Alto ICS	Total
Até R\$ 20.000,00	Contagem	52	22	1	75
	% Renda	69,3%	29,3%	1,3%	100,0%
	% ICS	49,5%	24,4%	20,0%	37,5%
	% Total	26,0%	11,0%	0,5%	37,5%
Acima de R\$ 20.000,00 até R\$ 50.000,00	Contagem	27	27	0	54
	% Renda	50,0%	50,0%	0,0%	100,0%
	% ICS	25,7%	30,0%	0,0%	27,0%
	% Total	13,5%	13,5%	0,0%	27,0%
Acima de R\$ 50.000,00	Contagem	26	41	4	71
	% Renda	36,6%	57,7%	5,6%	100,0%
	% ICS	24,8%	45,6%	80,0%	35,5%
	% Total	13,0%	20,5%	2,0%	35,5%
Total	Contagem	105	90	5	200
	% Renda	52,5%	45,0%	2,5%	100,0%
	% ICS	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
	% Total	52,5%	45,0%	2,5%	100,0%

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Segundo Silva et al. (2009), a renda das famílias rurais é influenciada não apenas pelas características das propriedades e atividades agrícolas, mas também por ocupações não agrícolas, cada vez mais presentes no meio rural. Essa renda está diretamente ligada ao capital social, refletindo as relações sociais, a capacidade de gestão e a pluriatividade das unidades familiares.

A Tabela 9 mostra que a diversificação dos canais de comercialização está diretamente ligada ao fortalecimento do ICS. Unidades com apenas um canal tendem a apresentar baixo ICS, enquanto aquelas com mais canais se concentram nas faixas média e alta. Essa diversificação exige planejamento dos agricultores e a criação de redes organizadas. Segundo Ellis (2001), unidades mais diversificadas mantêm maior interação com a comunidade, fortalecendo o capital social e favorecendo economias de proximidade.

Observou-se que em unidades com pouca ou nenhuma integração social, ligadas a uma única entidade ou nenhuma, tendem a apresentar baixo ICS. A partir da participação em 2 a 3 entidades, há variação entre níveis baixos e médios. Já níveis médios e altos concentram-se em unidades com vínculos com mais de três entidades, indicando que maior integração social está associada a um ICS mais elevado.

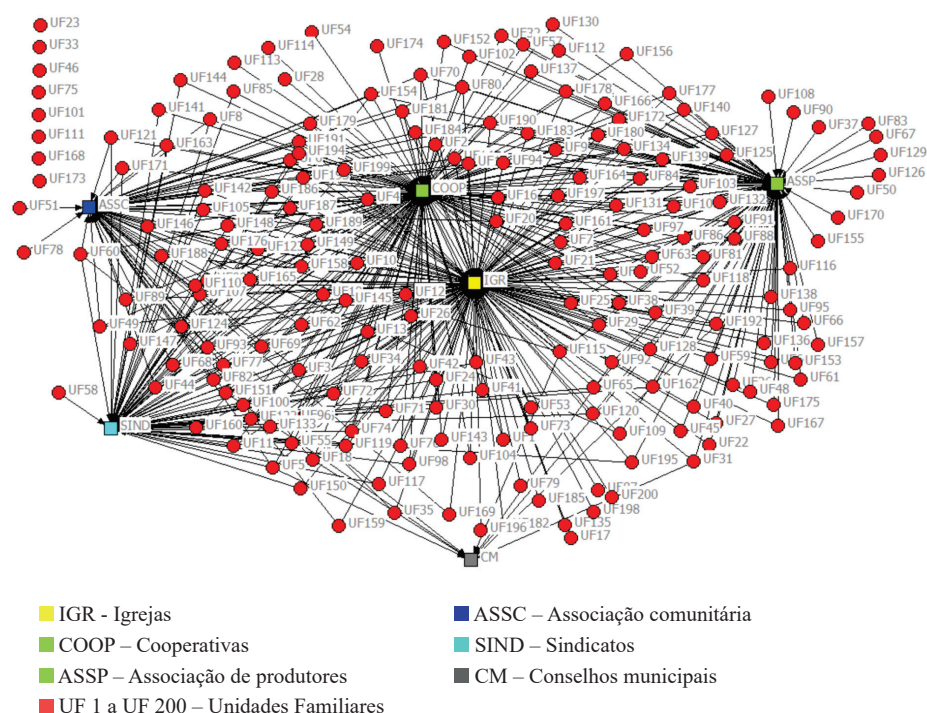
Tabela 9 – ICS – Índice de Capital Social por critério de avaliação das unidades familiares da Costa Oeste Paranaense em relação aos canais de comercialização e integração social

Canais de comercialização		Baixo ICS	Médio ICS	Alto ICS	Total	Integração social		Baixo ICS	Médio ICS	Alto ICS	Total
1 canal	Contagem	59	5	0	64	De 0 a 1 entidade	Contagem	31	4	0	35
	% Canais	92,2%	7,8%	0,0%	100,0%		% Integra	88,6%	11,4%	0,0%	100,0%
	% ICS	56,2%	5,6%	0,0%	32,0%		% ICS	29,5%	4,4%	0,0%	17,5%
	% Total	29,5%	2,5%	0,0%	32,0%		% Total	15,5%	2,0%	0,0%	17,5%
De 2 a 3 canais	Contagem	41	69	3	113	De 2 a 3 entidades	Contagem	56	41	0	97
	% Canais	36,3%	61,1%	2,7%	100,0%		% Integra	57,7%	42,3%	0,0%	100,0%
	% ICS	39,0%	76,7%	60,0%	56,5%		% ICS	53,3%	45,6%	0,0%	48,5%
	% Total	20,5%	34,5%	1,5%	56,5%		% Total	28,0%	20,5%	0,0%	48,5%
Acima de 3 canais	Contagem	5	16	2	23	Acima de 3 entidades	Contagem	18	45	5	68
	% Canais	21,7%	69,6%	8,7%	100,0%		% Integra	26,5%	66,2%	7,4%	100,0%
	% ICS	4,8%	17,8%	40,0%	11,5%		% ICS	17,1%	50,0%	100,0%	34,0%
	% Total	2,5%	8,0%	1,0%	11,5%		% Total	9,0%	22,5%	2,5%	34,0%
Total	Contagem	105	90	5	200	Total	Contagem	105	90	5	200
	% Canais	52,5%	45,0%	2,5%	100,0%		% Integra	52,5%	45,0%	2,5%	100,0%
	% ICS	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%		% ICS	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
	% Total	52,5%	45,0%	2,5%	100,0%		% Total	52,5%	45,0%	2,5%	100,0%

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

A Figura 1 mostra a rede de organização social das unidades familiares, com forte vínculo a instituições religiosas e cooperativas, que atuam como núcleos centrais. Associações de produtores também têm participação relevante, seguidas por associações comunitárias e sindicatos, embora com menor interconexão, indicando certo enfraquecimento da rede. A baixa participação nos conselhos municipais de desenvolvimento rural compromete a representatividade dos produtores na formulação de políticas públicas.

Figura 1 – Rede de organização e integração social das unidades familiares



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

A Tabela 10 mostra que unidades pluriativas tendem a se concentrar no ICS médio, com alguns casos de alto índice, enquanto aquelas sem pluriatividade predominam no ICS baixo. O mesmo ocorre com a agroindustrialização: sua ausência está associada a baixo ICS, e sua presença, a faixas média e alta. Segundo Rocha (2016), a pluriatividade, aliada ao capital social, contribui para a permanência do agricultor no campo, ao ampliar a renda e melhorar a qualidade de vida.

Tabela 10 – ICS – Índice de Capital Social por critério de avaliação das unidades familiares da Costa Oeste Paranaense em relação a existência de pluriatividade na unidade e pos-suir processo de agroindustrialização

Variáveis		Baixo ICS	Médio ICS	Alto ICS	Total
Não apresenta pluriatividade	Contagem	80	57	0	137
	% Pluri	58,4%	41,6%	0,0%	100,0%
	% ICS	76,2%	63,3%	0,0%	68,5%
	% Total	40,0%	28,5%	0,0%	68,5%
Apresenta pluriatividade	Contagem	25	33	5	63
	% Pluri	39,7%	52,4%	7,9%	100,0%
	% ICS	23,8%	36,7%	100,0%	31,5%
	% Total	12,5%	16,5%	2,5%	31,5%
Total	Contagem	105	90	5	200
	% Pluri	52,5%	45,0%	2,5%	100,0%
	% ICS	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
	% Total	52,5%	45,0%	2,5%	100,0%

Variáveis		Baixo ICS	Médio ICS	Alto ICS	Total
Não possui agro-industrialização	Contagem	81	59	1	141
	% Agroind.	57,4%	41,8%	,7%	100,0%
	% ICS	77,1%	65,6%	20,0%	70,5%
	% Total	40,5%	29,5%	,5%	70,5%
Possui agro-industrialização	Contagem	24	31	4	59
	% Agroind.	40,7%	52,5%	6,8%	100,0%
	% ICS	22,9%	34,4%	80,0%	29,5%
	% do Total	12,0%	15,5%	2,0%	29,5%
Total	Contagem	105	90	5	200
	% Agroind	52,5%	45,0%	2,5%	100,0%
	% ICS	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
	% Total	52,5%	45,0%	2,5%	100,0%

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Após o levantamento e análise das variáveis anteriores, construiu-se com as informações relacionadas a população da pesquisa o teste de normalidade desses dados. Conforme os resultados da Tabela 11, pode-se verificar que de acordo com o nível de significância ($\alpha = 0,05$) onde (Sig. >

0,05) representa normalidade nos dados ou (Sig. $\leq 0,05$) não há normalidade nos dados, todas as variáveis analisadas não apresentaram uma distribuição normal, ou seja, deduz-se que há uma alta variação nas distribuições das variáveis consideradas.

Tabela 11 – Teste de normalidade de variáveis

Variáveis	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estatística	df	Sig.	Estatística	df	Sig.
ICS	,078	200	,005	,985	200	,033
Tamanho da Família	,233	200	,000	,886	200	,000
Idade média da família	,077	200	,006	,972	200	,000
Membros com ensino méd/sup	,210	200	,000	,861	200	,000
Quantidade de MOB contratada	,488	200	,000	,389	200	,000
Quantidade de MOB contratada dd/aa	,458	200	,000	,287	200	,000
Número de atividades	,175	200	,000	,885	200	,000
Tamanho da área em ha	,158	200	,000	,779	200	,000
Renda total	,164	200	,000	,780	200	,000
Renda agrícola	,195	200	,000	,754	200	,000
Renda extra agrícola	,393	200	,000	,610	200	,000
Qtde de canais de comercialização	,244	200	,000	,850	200	,000
Qtde entidades de integração social	,170	200	,000	,945	200	,000

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Notas: *. Este é um limite inferior da significância verdadeira. / a. Correlação de Significância de Lilliefors. Teste de Normalidade com $\alpha = 0,05$; H0: se p-valor $> 0,05$ aceita-se a hipótese nula, ou seja, há normalidade nos dados; H1: se p-valor $\leq 0,05$ recusa-se a hipótese nula, ou seja, não há normalidade nos dados.

Devido a não apresentação de normalidade pelas variáveis analisadas em suas respectivas distribuições, foram utilizados testes de correlação não-paramétricos, considerando para a interpretação dos resultados da correlação linear os intervalos descritos no Quadro 2.

Quadro 2 – Interpretação dos resultados de correlação

Direção da Correlação	Intervalo	Interpretação
Positiva correlação entre as variáveis na mesma direção	Acima de 0,900	Muito forte
	0,700 a 0,890	Forte
	0,500 a 0,690	Moderada
Negativa correlação entre as variáveis em direções opostas	0,300 a 0,490	Fraca
	0 a 0,290	Desprezível

Fonte: Organizado de Kazmier (2007).

Na Tabela 12, de acordo com a matriz de correlação, identificou-se que somente as variáveis “Quantidade de mão de obra contratada” e “Quantidade de mão de obra contratada dd/aa” não tem correlação significativa com o ICS. Interpretando-se as variáveis indicadoras de ICS vinculadas a família, foram encontradas correlações significativas, sendo positivas e moderada na variável “Tamanho da família” (,619**) e fraca na variável “Membros com ensino méd/sup” (,435**), indicando que a maior quantidade de membros residentes e o nível de escolaridade destes são fatores que contribuem para o aumento do ICS, porém, quando a correlação é feita com a variável “Idade média da família” (-,436) a correlação também é significativa, porém negativa fraca.

Verifica-se que o capital social tende a ser mais elevado em famílias com média de idade mais baixa. Já unidades compostas apenas pelo casal, com membros mais idosos e baixa integração social, apresentam menor ICS, possivelmente devido ao atraso educacional das gerações mais velhas.

As variáveis relacionadas com a propriedade e renda apresentaram correlações significativas fracas com o ICS, indicando que nas unidades estudadas em que existe maior “Número de ati-

vidades” (,0319**) e quantidade maior de área em “Tamanho em ha” (,254**) também existe a elevação do ICS, ocorrendo o mesmo processo com a renda dessas propriedades, quanto a “Renda extra agrícola” (,260**), “Renda agrícola” (,328**) e consequentemente “Renda total” (,351**), demonstrando um crescimento concomitante entre as variáveis de renda e o ICS.

Tabela 12 – Correlações da variável ICS – Indicador de Capital Social das unidades familiares

Variáveis		ICS	Variáveis		ICS
tau_b de Kendall	ICS	1,000	rho de Spearman	ICS	1,000
	Tamanho da Família	,479**		Tamanho da Família	,619**
	Idade média da família	-,299**		Idade média da família	-,436**
	Membros com ensino med/sup	,336**		Membros com ensino méd/sup	,435**
	Quantidade MOB contratada	,056		Quantidade MOB contratada	,068
	Quantidade MOB contratada dd/aa	,066		Quantidade MOB contratada dd/aa	,080
	Número de atividades	,251**		Número de atividades	,319**
	Tamanho em ha	,179**		Tamanho em ha	,254**
	Renda total	,253**		Renda total	,351**
	Renda agrícola	,234**		Renda agrícola	,328**
	Renda extra agrícola	,207**		Renda extra agrícola	,260**
	Canais de comercialização	,445**		Canais de comercialização	,555**
	Integração social	,511**		Integração social	,631**

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Notas: **. A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades). / *. A correlação é significativa no nível 0,05 (2 extremidades).

Igualmente importante são as variáveis “Canais de comercialização” (,555**) e “Integração social” (,631**), as quais apresentaram correlação significativa positiva com o ICS. Primeiramente sobre os canais de comercialização, sabe-se que as relações entre os agentes potencializam o capital social, dessa forma existe a comprovação de que a quantidade e diversificação de canais de comercialização nestas unidades tem correlação com o ICS; em seguida a integração social, que representa relações sociais responsáveis pelo fortalecimento de processos de desenvolvimento desses agricultores.

Esse estudo confirmou que o capital social está diretamente ligado ao desenvolvimento rural sustentável, superando a visão produtivista do meio rural. O fortalecimento das relações sociais e o reconhecimento da diversidade da agricultura familiar são essenciais nesse processo.

As características que compõem o capital social foram identificadas em variáveis como tamanho da família, permanência dos filhos, faixas etárias, pluriatividade e acesso à educação, revelando mudanças nos padrões sucessórios e na transmissão de saberes. O capital humano se destacou pelo nível de escolaridade e experiência dos membros mais antigos, especialmente em famílias pluriativas.

A participação em entidades religiosas, cooperativas e associações fortaleceu o ICS, já a baixa atuação em sindicatos e conselhos municipais revelou fragilidade na representação política. Práticas agroecológicas, diversificação produtiva e canais curtos de comercialização também foram decisivos. A agroindustrialização teve menor impacto, e a ausência de assistência técnica e baixa inserção em mercados institucionais foram pontos críticos.

O ICS médio geral foi de 0,4860, considerado baixo, mas com potencial de avanço. Em síntese, o capital social mostrou-se mais associado à pluriatividade, capital humano, participação social e práticas sustentáveis, enquanto os desafios estão nos processos sucessórios, na representação política e no acesso a políticas públicas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo abordou o capital social no contexto da agricultura familiar como elemento estratégico para o desenvolvimento rural sustentável na Costa-Oeste do Paraná, visando fortalecer as dinâmicas econômicas, ambientais e sociais que garantem a reprodução dessas unidades. Foram identificadas variáveis que compõem e potencializam o ICS, com destaque para a participação em entidades religiosas, cooperativas e associações. No entanto, observou-se baixa atuação dos membros em funções de liderança e fraca representação política nos conselhos de desenvolvimento rural.

No campo da produção e comercialização, práticas agroecológicas e a diversificação de canais e produtos contribuíram positivamente para o ICS, especialmente nos circuitos curtos de comercialização. Por outro lado, a ausência de assistência técnica e a baixa adesão aos mercados institucionais revelam fragilidades que merecem atenção.

No núcleo familiar, a presença de pluriatividade e capital humano demonstrou potencial para fortalecer o capital social, indicando a necessidade de políticas públicas que incentivem ocupações não agrícolas no meio rural, ampliando as possibilidades de renda e desenvolvimento.

Este trabalho contribui para o planejamento e gestão local, além de aprofundar a compreensão das relações entre atividades econômicas, políticas públicas e uso do território, destacando a importância da pluriatividade e do capital social nos programas de desenvolvimento rural. Para pesquisas futuras, sugere-se investigar as causas da baixa participação dos agricultores nos mercados institucionais.

REFERÊNCIAS

- ABRAMOVAY, R. O capital social dos territórios: repensando o desenvolvimento rural. In: ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA POLÍTICA, 4., Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ENEP, jun., 1999.
- _____. **O capital social dos territórios: repensando o desenvolvimento rural.** Economia Aplicada, n. 2, 2000.
- ALENTEJANO, P. R. **As relações campo-cidade no Brasil do século XXI.** Revista de Políticas Públicas, v. 7, n. 2, p. 303-325, 2015.
- ANJOS, F. S. dos; CALDAS, N. V.; COSTA, M. R. C. Pluriatividade e sucessão hereditária na agricultura familiar. In: ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA RURAL, 44., Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SOBER. Jul., 2006.
- AZEVEDO, J. F. **Capital cultural e território: os nós, os laços e a trama das redes de agricultores familiares do município de Nossa Senhora da Glória - SE.** 2015. 256 f. Tese (Pós-Graduação em Geografia) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2016. Disponível em: https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFS-2_f30c7cd7082f0a730994cf36a0b6fd57. Acesso em 10 out 2020.
- BERTOLINI, M. M. *et al.* A importância da agricultura familiar na atualidade. In: Congresso Internacional da agroindústria- CIAGRO. **Anais eletrônicos...** 2020. Disponível em: <https://ciagro.institutoidv.org/ciagro/uploads/1520.pdf>. Acesso em: 26 jul. 2020.
- BIOLABORE - COOPERATIVA DE TRABALHO E ASSISTÊNCIA TÉCNICA DO PARANÁ. **Projeto de Agricultura Orgânica na BP3**, 2018.

CARNEIRO, M. J. **Agricultores familiares e pluriatividade: tipologias e políticas.** In: COSTA, L. F. C.; MOREIRA, R. J.; BRUNO, R. (org.). *Mundo rural e tempo presente.* Rio de Janeiro: Mauad, 1999, p. 325-344.

CAZELLA, A. A.; MATTEI, L. **Multifuncionalidade agrícola e pluriatividade das famílias de agricultores: novas bases interpretativas para repensar o desenvolvimento rural.** Florianópolis, 2002.

COLEMAN, J. S. Social capital in the creation of human capital. **American journal of sociology**, v. 94, p. S95-S120, 1988.

_____. **Foundations of social theory.** London: The Belknap, 1990.

CONTERATO, M. A.; STRATE, M. F. D. Práticas de agroindustrialização e arranjos produtivos locais como estratégia de diversificar e fortalecer a agricultura familiar no Rio Grande do Sul. *Redes*, v. 24, n.1, jan./abril., 2019.

COSTABEBER, J. A.; CAPORAL, F. R. **Possibilidades e alternativas do desenvolvimento rural sustentável.** Agricultura familiar e desenvolvimento rural sustentável no Mercosul. Santa Maria: Editora da UFSM/Pallotti, p. 157-194, 2003.

DEGGERONE, Z. A; DA SILVA LAROQUE, L. F; BARDEN, J. E. Agricultura Familiar: o trabalho dos jovens na gestão e reprodução de um modo de vida na região Alto Uruguai, Rio Grande do Sul. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 34, n. 2, mai./ago., p. 367-379, 2014.

DE MOURA, J. T. V. Os Conselhos Municipais de Desenvolvimento Rural (CMDRS) e a construção democrática: esfera pública de debate entre agricultores familiares e o estado? **Organizações rurais & agroindustriais**, v. 9, n. 2, p. 241-255, 2007.

ELESBÃO, I. O espaço rural brasileiro em transformação. **Finisterra**, v. 42, n. 84, 2007.

ELLIS, F. **Diverse Livelihoods and Natural Resources: A Research Context.** Institute of Development Studies, England, n.7, p. 1-16, jan., 2001.

GOMES, A. P. W. **Capital Social e ação coletiva: um estudo sob a ótica da nova economia institucional no Assentamento Primeiro de Junho, MG.** 2005. 93 p. Tese (Doutorado em Extensão Rural) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2005.

GRAZIANO DA SILVA, J. **O novo rural brasileiro.** Nova Economia, [S. l.], v. 7, n. 1, 1997. Disponível em: https://revistas.face.ufmg.br/index.php/nova_economia/article/view/2253. Acesso em: 3 jun 2021.

_____. **"Quem precisa de uma estratégia de desenvolvimento".** Textos Para Discussão Nead, Campinas/SP, v. 2: 5-52. 2001.

GRISA, C. As redes e as instituições do Programa de Aquisição de Alimentos: uma análise a partir do enraizamento estrutural e político. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 47., 2009. Porto Alegre. **Anais...**, Porto Alegre: SOBER, 2009.

HANSEN, D. L. Educação e Desenvolvimento local. **In.: Cenários de Desenvolvimento local: Estudos exploratórios.** Ed. Aracaju: Prefeitura de Aracaju, 2003, p. 97-125.

KAGEYAMA, A. **Desenvolvimento rural: conceitos e aplicação ao caso brasileiro.** 2008. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/leaa/files/2018/04/1-capitulo-REA.pdf>. Acesso em: 27 jul 2020.

KHAN, A. S.; SILVA, L. M. R. **Avaliação do Projeto São José no Estado do Ceará: Estudo de Caso.** UFC/CCA/DEA, Fortaleza, Ceará, 2002.

KAZMIER, L. J. **Estatística aplicada à administração e economia.** 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2007.

LEIS, L. P.; CAVALCANTE, C. M. Capital Social e suas Divergências Conceituais. **Revista Estudo & Debate**, v. 26, n. 1, 2019.

MATTEI, L. O papel e a importância da agricultura familiar no desenvolvimento rural brasileiro contemporâneo. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 45, n. 2, p. 1-9, 2014.

MILANI, C. R. S. Nem cola, nem lubrificante sociológico, mas campo eletromagnético: as metáforas do Capital Social no campo do desenvolvimento local. **REDES: Revista do Desenvolvimento Regional**, v. 12, n. 1, p. 195-224, 2007.

MODENESE, V. S.; SANT'ANA, A. L. Diversificação produtiva e de comercialização de agricultores familiares assentados de Mirandópolis (SP): contribuições do Programa de Aquisição de Alimentos. **Rev. Econ. Sociol. Rural**, v. 57, n. 4, Oct./Dec., 2019.

NIEDERLE, P. A.; GRISA, C. Diversificação dos meios de vida e acesso a atores e ativos: uma abordagem sobre a dinâmica de desenvolvimento local da agricultura Familiar. **Cuadernos de Desarrollo Rural**, v. 5, n. 61, p. 28-28, 2008.

PORTES, A. Capital social: origens e aplicações na sociologia contemporânea. **Sociologia, problemas e práticas**, n. 33, p. 133-158, 2000.

PUTNAM, R. D. "The Prosperous Community." **The American Prospect**, v. 4, n. 13, p. 35-42, 1993.

PLOEG, J. D. Van der *et al.* Rural development: from practices and policies towards theory. **Sociologia Ruralis**, Oxford, UK, v. 40, n. 4, p. 391-408, out., 2000.

PLOEG, J. D. V. D. **On regimes, novelties, niches and co-production.** In: PLOEG, J. D. van der; WISKERKE, J. S. C. (Eds.) *Seeds of transition*: Royal Van Gorcum, 2004.

RATTNER, H. **Prioridade: construir o capital social.** Disponível em: <https://ojs.uem.br/ojs/index.php/EspacoAcademico/article/view/41675>. Acesso em: 25 jul., 2023.

ROCHA, G. S. **Capital Social, pluriatividade e desenvolvimento local: tratos e retratos no sudoeste da Bahia.** 2016. 325 f. Tese (Pós-Graduação em Geografia) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2016. Disponível em: https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFS-2_dcbdc50df5faad3f560f705860133894. Acesso em 15 out 2020.

SACHS, I. Estratégias de transição para o século XXI. **Cadernos de Desenvolvimento e Meio Ambiente**. Curitiba, n. 2, p. 47-62, 1994.

SANTOS, L. L. **Capital Social e redes: uma análise do programa de aquisição de alimentos da Agricultura Familiar.** 2014. 151 f. Tese (Doutorado em Sociologia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014. Disponível em: <https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFG-f4263809b3bc74de93647f0675dd2be6>. Acesso em 15 out 2020.

SCHNEIDER, S. A pluriatividade como estratégia de reprodução social da agricultura familiar no Sul do Brasil. **Estudos sociedade e agricultura**, 2001.

_____. A pluriatividade no Brasil: proposta de tipologia e sugestão de políticas. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 44., Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SOBER, p. 1-20, 2006.

_____. A presença e as potencialidades da agricultura familiar na América Latina e no Caribe. **Redes** (St. Cruz Sul, Online), v. 21, n. 3, p. 11 - 33, set./dez., 2016.

SCHNEIDER, S. *et al.* **Pluriatividade e plurirrendimentos nos estabelecimentos agropecuários do Brasil e das regiões Sul e Nordeste: uma análise a partir do Censo Agropecuário 2006**. Brasília: Ipea, 2013.

SILVA, C. da; SIMIONI, F. J.; TALAMINI, E. Fatores determinantes da renda de famílias rurais do município de Paineiras-SC. **Revista Teoria e Evidência Econômica**, v. 15, n. 32, 2009.

SOUZA, B. C. **Políticas territoriais de Desenvolvimento Regional: o planejamento em foco nas margens do Lago de Itaipu - Costa Oeste do Paraná**. Disponível em: http://www.ipardes.gov.br/biblioteca/docs/rev_pr_115_edson.pdf. Acesso em 25 jul 2023.

STADUTO, J. A. R.; LOBÃO, M. S. P. Perspectivas sobre o Desenvolvimento Rural Brasileiro: notas teóricas. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, Curitiba, v. 39, n. 135, p. 13-27, jul./dez., 2018.

TELLES, T. S.; COSTA, G. V.; BACCHI, M.; LAURENTI, A. C. Evolução da população rural ocupada nas Grandes Regiões do Brasil entre 2001 e 2009. **Interações**, Campo Grande, MS, v. 18, n. 1, p. 17-26, jan./mar., 2017.

VEIGA, J. E. da. **A face rural do desenvolvimento: natureza, território e agricultura**. Porto Alegre: Editora Universidade/UFRGS, 2000.

ZONIN, W. J. **Transição agroecológica: modalidades e estágios na região metropolitana de Curitiba**. 2007. 278 f. Tese (doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento. UFPR. Curitiba, 2007. Disponível em: <https://www.acervodigital.ufpr.br/handle/1884/12095>. Acesso em 15 out 2020.

UM ESTUDO SOBRE AS POTENCIALIDADES SETORIAIS NO SEMIÁRIDO BAIANO ENTRE 2010 E 2020

A study on the sectorial potentialities in Bahia's semiarid region between 2010 and 2020

Thiago Henrique Carneiro Rios Lopes

Economista. Doutor em Economia. Professor da Graduação e Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal de Sergipe. Departamento de Economia - UFS, Sala 29, 1º andar, CCSA 2. Av. Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze. São Cristóvão, SE, 49100-000. thiagohenriqueros@gmail.com

Geidson Uilson Seixas Santana

Economista. Doutor em Economia. Professor da Graduação e Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal de Sergipe. gussantana@academico.ufs.br

Diana Lucia Gonzaga da Silva

Economista. Doutora em Economia. Professora da Graduação e da Pós-Graduação em Economia da UFBA. Praça da Piedade, 06, Dois de Julho, Salvador, BA, 40.070-010. dlgsilva@ufba.br

Resumo: Cerca de dois terços dos municípios baianos fazem parte da região do semiárido, cuja área representa mais de 80% do estado. Os municípios dessa região apresentam menores níveis de desenvolvimento econômico e social quando comparados com as demais cidades da Bahia. Assim, é fundamental pensar em alternativas para o desenvolvimento desses municípios. Portanto, o objetivo deste artigo é identificar os setores econômicos com potencialidade de crescimento e geração de emprego na região. Para isso, foram utilizados os dados da RAIS (Relação Anual de Informações Sociais) e do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) a fim de caracterizar as potencialidades econômicas dos municípios, a partir da combinação de três técnicas: análise *shift-share*; de componentes principais e de *clusters*. Foi possível identificar algumas regiões do semiárido com potencialidades no desenvolvimento, principalmente, das seguintes atividades: mineração, indústrias intensivas em trabalho de baixa qualificação, serviços turísticos e agropecuária. Ademais, indicadores de urbanização e localização, utilizados no estudo, foram úteis na caracterização das potencialidades e dos gargalos para o desenvolvimento dos setores classificados como dotados de vantagem competitiva e especializados.

Palavras-chave: Bahia, Potencialidades, Competitividade, Especialização, Semiárido.

Abstract: About two-thirds of the municipalities in Bahia are part of the semiarid region, whose area represents more than 80% of the state. The cities in this region present lower levels of socioeconomic development in relation to other cities in Bahia. Thus, it is essential to think of alternatives for developing these municipalities. Therefore, this study aims to identify economic sectors with potential for economic growth and job generation in the region. To this end, we used data from RAIS and IBGE to characterize the economic potential of the municipalities based on the combination of three techniques: shift-share, principal components, and cluster. It was possible to identify some regions of the semiarid with the potential to develop the following sectors: mining, low-skill labor-intensive manufacturing, tourist services, and agriculture and livestock. In addition, we use urbanization and location indicators to characterize the potential and constraints to the development of sectors classified as having a competitive advantage and being specialized.

Keywords: Bahia, Potentialities, Competitiveness, Specialization, Semiarid.



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

1 INTRODUÇÃO

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), no ano de 2019, a Bahia ocupou o 20º lugar no Brasil em PIB *per capita* e o 2º no Nordeste. A dinâmica econômica do estado é concentrada espacialmente. Dos 417 municípios, 10,8% possuem PIB per capita acima da média e cerca de 4% concentram mais de 50% do PIB. Das maiores economias, seis estão na região metropolitana de Salvador. Mais de 2/3 dos municípios integram o semiárido, que representa quase 80% do território estadual. Segundo a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (Sudene, 2021), o semiárido reúne municípios com baixa precipitação, aridez e déficit hídrico. Em 2021, a região cobria 1.427 municípios dos estados do Nordeste e de Minas Gerais e mais da metade da população baiana.

O Censo Demográfico de 2010 evidenciou desafios para a superação da pobreza e desigualdade no semiárido. Naquele ano, 22% da população do semiárido baiano era extremamente pobre, frente a 15,7% nos demais municípios e 6,6% no Brasil. Cerca de 82% das crianças eram vulneráveis à pobreza, e a mortalidade infantil era 61% maior do que a média nacional. O rendimento médio dos ocupados foi 32% menor do que no restante da Bahia e 67% menor do que no Brasil. Esse cenário exige alternativas de desenvolvimento que considerem a escassez hídrica e os baixos indicadores socioeconômicos. As restrições climática e produtiva estimulam a migração populacional em busca de oportunidades, e políticas de desenvolvimento só serão eficazes se adaptadas às especificidades locais.

A literatura aponta restrições ao desenvolvimento do semiárido baiano, como ausência de externalidades de aglomeração, especialização e diversificação setorial, fraco dinamismo econômico e poucos de setores relevantes, tais como: álcool e biocombustíveis (produção); administração pública, saúde, educação e seguridade social (emprego); e agricultura (renda). Esses resultados evidenciam a necessidade de alternativas de desenvolvimento que considerem as limitações naturais e estruturais da região. Diante desse quadro, parece improvável que o desenvolvimento da região ocorra de forma espontânea, sem ação institucional conjunta para criar os incentivos adequados ao aumento da competitividade. Nesse sentido, a identificação de setores competitivos pode contribuir para a formação de centros dinâmicos e redes de cidades.

As desigualdades espaciais decorrem de fatores históricos, produtivos, institucionais e climáticos. A persistência das desigualdades na Bahia justifica a importância de estudos que subsidiem políticas para fortalecer o semiárido. Este estudo busca identificar setores com potencial de crescimento e geração de emprego no semiárido baiano, além de analisar fatores de aglomeração e desaglomeração. A proposta metodológica de Betarelli e Simões (2011) é tomada como referência. Adota-se o método de diferencial-estrutural de Esteban-Marquillas (1972) para identificar os setores econômicos do semiárido baiano que apresentaram vantagens competitivas e especialização. Posteriormente, utiliza-se análises de componentes principais e *clusters* para indicadores locais. Tais estratégias possibilitam a identificação de setores e municípios com potencial de desenvolvimento e de articulação em redes de cidades.

O artigo está organizado em quatro seções, além da introdução. A primeira apresenta uma revisão sobre as teorias de localização, aglomeração e redes de cidades e evidências sobre a economia do semiárido e da Bahia. A segunda apresenta a metodologia do estudo. A terceira apresenta os resultados e discussões. Por fim, a última seção apresenta as conclusões.

2 LITERATURA

2.1 Teorias de localização, aglomeração e redes de cidades

Esta subseção apresenta uma breve revisão das teorias clássicas dos determinantes da localização das atividades produtivas e das economias de aglomeração. As teorias da localização buscam compreender a distribuição espacial das atividades econômicas e são fundamentais para o desenvolvimento da economia espacial. Os fundamentos das teorias de localização e aglomeração são

essenciais para entender o padrão de distribuição desigual das atividades produtivas no território da Bahia, que resulta da existência de vantagens naturais ou da proximidade geográfica aos principais polos dinâmicos do estado. Além disso, contribuem para explicar as restrições ao desenvolvimento e à formação de redes de cidades dinâmicas.

De forma pioneira, o modelo de uso da terra de Von Thünen (1966) explicou o padrão das atividades agrícolas no espaço. O aluguel da terra depende da distância para a cidade (mercado), já que existem custos de transporte que determinam os preços relativos de cada produto. As atividades são distribuídas em anéis concêntricos, a partir das variações no uso da terra. A concorrência define um gradiente de aluguel da terra, com um valor máximo na cidade que converge para zero à medida que se afasta do mercado. A localização de equilíbrio resulta da compensação entre o aluguel da terra e os custos de transporte. Para Alfred Weber (1929), há três fatores determinantes da localização da atividade econômica: os custos de transporte, o fator trabalho e as aglomerações. A partir de um “triângulo locacional” é possível encontrar um ponto de custo mínimo de transporte que determina a localização da atividade. A localização da produção leva em consideração as fontes de matéria-prima e o mercado consumidor (cantos do triângulo). O fator trabalho pode desviar a localização da atividade do ponto de custo mínimo de transporte para um ponto de custo de mão de obra mais barato. As economias (ou vantagens) de aglomeração relacionadas aos custos de transporte e de trabalho podem influenciar a localização das indústrias (Ponsard, 1983; Fujita et al., 1999; Fujita et al., 2002).

No modelo de Christaller (1966), a cidade é um centro intermediário das atividades comerciais de uma região. A região complementar é uma área dominada por um lugar central, onde ocorre a relação entre o urbano e o rural, e existe uma hierarquia dessas regiões. O sistema de Lugares Centrais de Christaller é determinado por três princípios: mercado (minimização do número de centros); transporte (minimização dos custos de transporte do consumidor); administrativo (minimização das áreas compartilhadas pelos ofertantes). Lösch (1954) assume uma relação crescente entre distância e preço (custo de transporte). Uma curva da demanda espacial é definida a partir da relação inversa entre a quantidade demandada e a distância da produção e do consumo. Assim, uma tarifa de transporte menor leva a uma área de mercado maior. Uma cidade pode surgir da aglomeração de empresas semelhantes, atraídas pela vantagem da produção em grande escala, das economias externas e da aglomeração de empresas heterogêneas ou de consumidores. Os centros urbanos regionais são determinados a partir do preço máximo da curva de demanda espacial e de um gradiente de preços variantes no espaço. Dessa maneira, a teoria da localização de Lösch propõe um modelo de equilíbrio espacial e uma hierarquia de cidades em rede (Ponsard, 1983; Fujita et al., 1999; Fujita et al., 2002).

O conceito de economias externas, desenvolvido por Alfred Marshall em 1890, contribui para a evolução da teoria de localização. As economias externas são reduções dos custos médios que cada firma obtém com o desenvolvimento da indústria. Algumas atividades possuem alto padrão de aglomeração (*cluster*) orientado pelos mercados ou insumos. A evolução das teorias da localização levou ao conceito de economias de aglomeração, que são as vantagens associadas às economias de escala, externalidades positivas de localização, especialização produtiva e urbanização. As vantagens resultam do tamanho do mercado, acesso à mão de obra qualificada, redução dos custos de transporte, surgimento de atividades complementares, encadeamento produtivo etc., e geram um processo de concentração espacial das atividades econômicas. A concentração excessiva gera deseconomias de aglomeração, tais como o congestionamento, a elevação do preço da terra, o acirramento da concorrência etc., e induz à desconcentração econômica. Para Henderson (1974), a economia pode ser vista como um sistema de cidades, gerado pela tensão entre as economias externas e as deseconomias de aglomerações (Hoover; Giarratani, 1984; Fujita et al., 1999; Fujita et al., 2002; Brueckner, 2011).

As vantagens da proximidade geográfica, a exemplo das interações, explicam a existência das cidades. As externalidades positivas da urbanização geram ganhos de produtividade que resultam

das economias de localização (especialização setorial) ou de urbanização. Enquanto as economias de localização (economias *marshallianas*) estão associadas aos ganhos de escala que surgem da concentração espacial da atividade em um setor, as economias de urbanização (economias *jacobianas*) são os ganhos que emergem do tamanho das cidades e da concentração de todas as atividades econômicas (diversidade setorial). Na literatura empírica, os estudos buscam entender a importância relativa da especialização e do tamanho urbano ou diversidade produtiva para explicar os ganhos de aglomeração (Rosenthal; Strange, 2004).

O processo de urbanização do Brasil ocorreu de forma heterogênea, mas abrangendo todo território nacional. Junto com a criação de novos municípios, houve o crescimento do tamanho das cidades em termos populacionais. As áreas contíguas favorecem o surgimento ou ampliação de aglomerações urbanas. Diniz (2006) afirma que o sistema de cidades das regiões mais ricas tende a ser mais denso e integrado do que nas regiões mais pobres. Ainda assim, verifica-se o crescimento das cidades médias fora das regiões Sul e Sudeste. Para o autor, a rede de cidades é fundamental para a integração físico-territorial. As cidades podem ser, ao mesmo tempo, centros de produção, consumo e comércio. A articulação em rede de cidades depende da infraestrutura, sobretudo de transporte, energia e telecomunicações. A infraestrutura determina a dimensão, capacidade de atração e área complementar da cidade em relação a outras centralidades urbanas. Assim, o estímulo ao desenvolvimento de cidades com potencial de centralidade urbana nas regiões de menor densidade populacional pode contribuir para o surgimento da produção industrial e de serviços e para o desenvolvimento socioeconômico do entorno. Além disso, pode contribuir para uma distribuição mais homogênea das atividades, do emprego, da renda e, por consequência, da população que tendem a se concentrar nas grandes cidades ou regiões metropolitanas.

2.2 Evidências empíricas sobre a economia do semiárido e da Bahia

A literatura econômica recente sobre a região semiárida busca compreender as suas características estruturais e os efeitos do clima e de políticas públicas sobre indicadores socioeconômicos, contribuindo para a construção de estratégias de desenvolvimento adequadas.

O estudo de Delazeri et al. (2018) mostrou que os fatores climáticos, em particular a temperatura, foram relevantes para a migração rural-urbana no semiárido no período de 1991 e 2010, especialmente para os municípios dependentes do setor agrícola. Oliveira e Pereda (2020) simularam o efeito das mudanças climáticas na migração do Brasil e mostraram que a migração pode levar a região Nordeste a perder cerca de 2,2% de sua população, enquanto as regiões Sudeste e Centro-Oeste ganhariam 1,1% e 1,3% de sua população. Oliveira et al. (2021) mostram efeitos adversos de choques positivos nas temperaturas sobre os salários em setores não agrícolas do mercado de trabalho formal do Brasil. Os efeitos podem ser explicados pelos setores cujas atividades são mais expostas ao clima.

Com base em projeções para o período de 2025 a 2050, Barbieri et al. (2010) mostrou que o setor agrícola do Nordeste deve ser o mais afetado pelas mudanças climáticas, estimulando a migração de saída da região. Branco e Feres (2018) mostraram que as famílias rurais no Brasil respondem a choques pluviométricos negativos com o aumento no número de empregos por indivíduo, a redução das horas dedicadas às atividades agrícolas e o aumento das horas em trabalhos secundários. Por outro lado, Da Mata e Resende (2020) não encontraram efeitos positivos da expansão do crédito do BNB sobre o PIB, a renda *per capita* e o emprego dos municípios do semiárido do Nordeste, evidenciando a fragilidade econômica da região.

Para a Bahia, as evidências também apontam as restrições ao desenvolvimento da região. Silva et al. (2020) não identificou externalidades positivas de aglomeração, especialização e diversificação setorial sobre a produtividade dos municípios do semiárido da Bahia, sugerindo a baixa atratividade e dinamismo econômico da região. Ribeiro et al. (2021) identificaram os setores econômicos relevantes na estrutura produtiva do semiárido baiano, em 2015: álcool e biocombustíveis

na produção; administração pública, saúde e educação pública e seguridade social no potencial de geração de empregos formais; e o setor agrícola na geração de renda.

Lacerda et al. (2013) mostraram que os principais municípios exportadores da Bahia apresentaram as maiores taxas de crescimento, entre 2000 e 2010, ampliaram sua participação no PIB estadual e reduziram a concentração econômica na região metropolitana de Salvador (RMS), com destaque para o agronegócio da soja e algodão, indústria de papel e celulose, mineração e metalurgia e fruticultura. Luís Eduardo Magalhães, Barreiras, Eunápolis e Mucuri apresentaram as maiores taxas de crescimento, impulsionados pela produção de soja, algodão e papel e celulose, os itens mais importantes das exportações do estado. Correntina, Cachoeira, Itagibá, Barrocas, Riachão das Neves, Formosa do Rio Preto e Serrinha se tornaram exportadores entre 2006 e 2012. Foram encontrados efeitos multiplicadores sobre o emprego formal nos municípios exportadores, porém os autores ressaltam a importância de desenvolver o mercado interno para reduzir a dependência da demanda externa.

Oliveira (2014) utilizou o método *shift-share* para analisar os componentes do crescimento do emprego formal das microrregiões da Bahia entre 2000 e 2010. O autor destaca a escassez de estudos usando *shift-share* para entender a dinâmica interna do estado e resalta que este foi o primeiro estudo a assumir a economia baiana como referência de análise. Observou-se uma concentração do emprego e dos setores dinâmicos (maior contribuição ao PIB) nas bordas do território. O semiárido apresentou vantagens competitivas concentradas em setores tradicionais (emprego), poucas microrregiões com vantagem competitiva e especialização nos setores dinâmicos e poucos setores especializados. Em geral, as microrregiões eram especializadas em setores os quais não dispunham de vantagens competitivas. Entre as regiões mais dinâmicas, Barreiras apresentou especialização e vantagem competitiva nos setores de comércio, agricultura, pecuária e serviços relacionados. Juazeiro apresentou especialização e desvantagem competitiva na agricultura, pecuária e serviços relacionados, e Feira de Santana apresentou vantagem e especialização no setor de comércio atacadista.

Wanderley et al. (2014) utiliza *shift-share* para analisar a dinâmica de sete mesorregiões e onze setores da Bahia, no período de 2006-2012, a partir do emprego formal. De acordo com o estudo, o semiárido tem produção baseada na agricultura familiar, o extremo oeste concentra a produção de grãos e o vale do São Francisco tem a fruticultura irrigada e as frutas finas como principais atividades. A parcela de setores dinâmicos variou de 55% (vale do São Francisco) a 82% (RMS, centro norte, nordeste e centro sul) e observou-se uma alta dependência dos setores e mesorregiões em relação ao crescimento da Bahia. Prevaleceu o componente de vantagens competitivas nas regiões RMS e sul, o estrutural no centro norte e o regional (endógeno) nas demais regiões (nordeste, centro sul, extremo oeste e vale do São Francisco).

Santos et al. (2016) sugerem a existência de novos vetores de crescimento fora da RMS da Bahia, no período de 2010-2013. No Oeste, destaca-se Barreiras, São Desidério e Luís Eduardo Magalhães, com o cultivo de soja, milho e algodão, além do crescimento do setor de serviços. No Sudoeste, destaca-se Vitória da Conquista, Jequié e Itapetinga e as atividades de pecuária, cafeicultura, indústria de calçados, construção civil, comércio e serviços de educação e saúde. Na Chapada Diamantina e Médio São Francisco, destacam-se Seabra, Macaúbas e Bom Jesus da Lapa e as atividades de turismo, mineração, energia eólica, produção de frutas e serviços. Em Paraguaçu, Feira de Santana destacou-se na construção civil. Em Irecê, situada no polígono da seca, e em Serra Geral são destaques Irecê (comércio), Dom Basílio e Livramento de Nossa Senhora (fruticultura), Caetitê e Brumado (mineração, energia eólica e serviços), Guanambi (indústria de óleos, vegetais e alimentos para animais) e Tanhaçu (limão, maracujá e pecuária).

Merelles e Santos (2017) analisaram a importância dos setores de serviços e comércio na economia baiana, que representaram cerca de 70% do PIB de 2015, e mostraram que entre os dez municípios com maiores crescimentos no PIB (2006-2014), cinco apresentaram maiores crescimentos no setor de serviços impulsionados pela exploração de gás (Cairu), agronegócio (Luís Eduardo

Magalhães), comércio varejista (Caculé e Formosa do Rio Preto) e extração mineral (Itagibá). Os autores apontam que a desconcentração espacial do setor de serviços no estado resulta do aumento na renda local. O estudo destacou, ainda, a maior representatividade da administração pública nos empregos formais do setor de serviços do estado e a expansão dos empregos nos setores de educação, saúde e comércio.

Pessoti e Pessoti (2019) indicaram uma perda de dinamismo da economia baiana em relação ao Nordeste e ao Brasil, a partir dos anos 2000, acompanhada de baixa geração de empregos, alta taxa de desemprego e concentração regional e setorial das atividades. Foram elencados os seguintes problemas estruturais no Estado: a influência do clima semiárido sobre as atividades econômicas (80% do território); a forte dependência do modal rodoviário para transporte e escoamento da produção; a lógica exógena de produção, com fornecimento de bens primários e intermediários para as regiões Sul e Sudeste e o exterior; a dependência econômica do setor público; e a grande parcela de municípios com menos de 50 mil habitantes, que limita a formação de mercados e polos de desenvolvimento. Para os autores, a construção do Porto Sul e da Ferrovia Oeste-Leste (FIOL) deve criar uma plataforma logística de escoamento da produção do oeste baiano, dos minérios e de outros itens produzidos no interior do estado. De acordo com o estudo, a maior parte dos investimentos industriais entre 2020 e 2023 estava prevista para o interior, destacando-se os setores de eletricidade e gás, em especial energia eólica e solar, minerais não metálicos e mineração.

Portanto, os estudos empíricos mostram que as restrições de natureza climática e econômica, inerentes ao semiárido, atuam como fatores de desvantagem e desaglomeração. Esses resultados evidenciam a necessidade de buscar alternativas para o desenvolvimento da região, considerando tais restrições. A desconcentração da atividade econômica em direção às regiões do interior da Bahia, incluindo o semiárido, não se mostrou suficiente para romper a lógica do desenvolvimento estadual baseado em polos econômicos isolados, incapazes de gerar uma dinâmica interna integrada e competitiva, com repercussões positivas para os municípios do entorno. As persistentes desvantagens observadas justificam a importância de compreender a dinâmica econômica do semiárido baiano a os seus condicionantes locais e regionais.

3 METODOLOGIA

3.1 Dados

Este estudo busca identificar os setores econômicos com potencialidade de crescimento e geração de emprego no semiárido da Bahia. Para isso, são utilizados os dados de emprego formal dos municípios do semiárido baiano, extraídos da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS), para o período de 2010 a 2020. A RAIS é um banco de dados com os registros administrativos dos empregos formais declarados anualmente pelos estabelecimentos do Brasil. As informações disponíveis na base permitem analisar o emprego formal anual por município, setores de atividade econômica e características dos trabalhadores e do emprego, tais como escolaridade, gênero e ocupação (Brasil, 2021). Neste estudo, foram utilizadas as seguintes informações da RAIS para os municípios do semiárido baiano: emprego total e empregos por setor de atividade econômica (IBGE), grau de instrução, ocupação e número de salários-mínimos; massa de rendimentos e tamanho dos estabelecimentos (em número de empregos).

O recorte geográfico considerado no estudo é a região semiárida do Estado da Bahia, composta por 278 municípios na classificação de 2017 da SUDENE (ASA, 2024). A Figura A1, no apêndice, apresenta a composição municipal do semiárido baiano. Pessoti e Silva (2011) definem três regiões para a Bahia, baseadas nas dinâmicas socioeconômicas e espaciais: Litoral, Oeste e Semiárido (“Miolo”). O Litoral e o Oeste estão localizados nas bordas do território, concentram os principais polos dinâmicos da economia baiana (serviços, turismo e produção para exportação) e possuem conexões limitadas. O semiárido apresenta condições climáticas adversas, pobreza e

base econômica pouco capitalizada (agricultura familiar). No entanto, o semiárido possui algumas “ilhas de desenvolvimento” ou “vantagens competitivas naturais”, tais como a extração de minerais, turismo e agricultura irrigada. Portanto, o estado é caracterizado por polos de desenvolvimento poucos integrados e pela inexistência de rede de cidades com dinâmicas complementares. Essas características são importantes para entender a região semiárida da Bahia, que é o objeto de análise deste estudo.

3.2 Métodos

Este estudo utiliza a combinação de três métodos analíticos a fim de identificar as potencialidades setoriais dos municípios do semiárido, as suas principais características e a formação de agrupamentos de cidades mais homogêneas entre si: i) *Shift-Share*; ii) Componentes principais; e iii) *Clusters*.

O método de diferencial-estrutural (*shift-share*) tem por objetivo decompor o crescimento de uma região, seja em termos do nível de emprego ou de produto, a partir da sua estrutura produtiva. No caso do presente estudo, será utilizado o nível de emprego. Essa técnica permite perceber, através de um conjunto de identidades, quais são os componentes do crescimento regional. Originalmente, o método subdivide o crescimento em dois elementos: i) variação estrutural - participação relativa de setores dinâmicos na estrutura produtiva da região; e ii) variação diferencial - indica o montante positivo/negativo que determinada região atingirá devido à taxa de crescimento de setores específicos ter sido maior/menor nessa região do que aquele observado na média nacional.

É importante notar que o método parte do princípio de que os setores crescem em diferentes ritmos em dois períodos do tempo. Assim, é razoável pensar que regiões que se especializam em setores mais dinâmicos devem apresentar taxas de crescimento acima da média nacional. Desdobramentos do *shift-share* foram elaborados por autores como Stilwell (1969), Brown (1969), Esteban-Marquillas (1972), dentre outros. Este estudo optou pela utilização da modificação sugerida por Esteban-Marquillas (1972). Segundo Esteban-Marquillas (1972), para um dado período do tempo, o crescimento regional de cada setor pode ser dividido em três componentes: regional, *industry-mix* e efeito competitivo. Sendo d_{ij} o crescimento do emprego no setor i para a região j , g_{ij} o efeito do crescimento regional no setor i da região j , k_{ij} o efeito *industry-mix* no setor i da região j , e c_{ij} o efeito competitivo no setor i da região j , então:

$$d_{ij} = g_{ij} + k_{ij} + c_{ij} \quad (1)$$

$$g_{ij} = b_{ij}r_{\alpha} \quad (2)$$

$$k_{ij} = b_{ij}r_{i0} - b_{ij}r_{\alpha} = b_{ij}(r_{i0} - r_{\alpha}) \quad (3)$$

$$c_{ij} = b_{ij}r_{ij} - b_{ij}r_{i0} = b_{ij}(r_{ij} - r_{i0}) \quad (4)$$

Onde b_{ij} é o emprego no setor i da região j ; r_{i0} é a taxa média de crescimento regional; r_{α} é a taxa média de crescimento regional do setor i ; e r_{ij} é a taxa de crescimento do setor i da região j . Portanto,

$$d_{ij} = b_{ij}r_{\alpha} + b_{ij}(r_{i0} - r_{\alpha}) + b_{ij}(r_{ij} - r_{i0}) \quad (5)$$

Isso mostra que cada setor i de cada região j tem um crescimento padrão dado por g_{ij} mais as contribuições ao crescimento causadas por fatores especificamente regionais, quais sejam: k_{ij} e c_{ij} . A diferença $d_{ij} - g_{ij}$ representa o efeito dos fatores específicos da região sobre o crescimento padrão do setor. O *industry-mix* (k_{ij}) representa o efeito positivo ou negativo da especialização do emprego regional no setor em que a taxa de crescimento no nível nacional é maior/menor. Por fim, o efeito competitivo, c_{ij} , mostra a contribuição do crescimento devido à dinâmica especial do setor na região comparado com o crescimento médio desse setor no nível nacional.

Esteban-Marquillas (1972), contudo, leva em conta uma crítica feita por Rosenfeld (1959), de que os valores de c_{ij} não refletem apenas a dinâmica espacial do setor ($r_{ij} - r_{i0}$), mas também a especialização do emprego regional nessa atividade, b_{ij} . É nesse sentido que Esteban-Marquillas (1972) propõe uma nova formulação do *shift-share*, baseada na definição de um novo elemento, b'_{ij} , chamado de *emprego homotético* no setor i da região j . Esse é definido como o emprego que o setor i da região j deveria ter se a estrutura do emprego em tal região fosse igual à estrutura nacional. Dado que b_{i0} é o emprego nacional no setor i , b_{∞} é o emprego nacional total e b_{0j} é o emprego total na região j , então o *emprego homotético* é definido como:

$$b'_{ij} = b_{0j} \frac{b_{i0}}{b_{\infty}} = b_{i0} \frac{b_{0j}}{b_{\infty}} \quad (6)$$

Segundo o autor, se for usado o *emprego homotético*, ao invés do emprego efetivo, para expressar os efeitos competitivos, então o problema mencionado acima é resolvido. Agora, o efeito competitivo será dado por: $c_{ij} = b'_{ij}(r_{ij} - r_{i0})$. Essa expressão, contudo, não explica uma parte do crescimento regional, mas o autor adiciona outro componente, chamado de efeito alocação (a_{ij}). Assim, o efeito alocação e o crescimento do emprego do setor i da região j serão dados por:

$$a_{ij} = (b_{ij} - b'_{ij})(r_{ij} - r_{i0}) \quad (7)$$

$$d_{ij} = g_{ij} + k_{ij} + c_{ij} + a_{ij} \quad (8)$$

$$d_{ij} = b_{ij}r_{\infty} + b_{ij}(r_{i0} - r_{\infty}) + b'_{ij}(r_{ij} - r_{i0}) + (b_{ij} - b'_{ij})(r_{ij} - r_{i0}) \quad (9)$$

O efeito alocação vai mostrar se a região é especializada naqueles setores em que ela goza de melhores vantagens competitivas. Ele será positivo se a região for especializada, $b_{ij} - b'_{ij} > 0$, nos setores de maior crescimento regional, $r_{ij} - r_{i0} > 0$, ou se ela não for especializada, $b_{ij} - b'_{ij} < 0$, em setores não competitivos, $r_{ij} - r_{i0} < 0$. Por outro lado, o efeito alocação será negativo se a região é especializada em setores pouco competitivos ou se ela não for especializada em setores que são competitivos na região. Segundo Haddad (1989), a partir da proposição de Esteban-Marquillas, as classificações possíveis dos resultados encontrados podem ser expressas através do Quadro 1 a seguir. Note que o efeito alocação é dividido por um componente de especialização e um componente de vantagem competitiva:

Quadro 1 – Resultados do efeito alocação

Alternativas		Efeito Alocação	Componentes	
			Especialização	Vantagem Competitiva
I	Vantagem Competitiva Especializada	+	+	+
II	Vantagem Competitiva Não Especializada	-	-	+
III	Desvantagem Competitiva Não Especializada	+	-	-
IV	Desvantagem Competitiva Especializada	-	+	-

Fonte: Haddad (1989).

É importante ressaltar que o método *Shift-Share* será utilizado em dois períodos de análise: 2010-2015; e 2015-2020. O objetivo é destacar apenas os municípios e setores que foram classificados como detentores de vantagem competitiva e especializados nesses dois períodos em questão. Se, por exemplo, o município “A” foi classificado como detentor de vantagem competitiva e especializado no setor “X” nos dois períodos analisados, então ele foi classificado como um “Município com Potencialidade de Desenvolvimento no Setor X”. Para tanto, levou-se em consideração o crescimento dos empregos formais em nove setores econômicos extraídos da RAIS (BRASIL, 2021): Extrativo Mineral; Indústria; Serviços de Utilidade Pública; Construção Civil; Comércio; Administração Pública; Agropecuária; Serviços Turísticos; e Serviços não Turísticos. Posteriormente, foram calculados 12 indicadores de urbanização e localização, definidos no estudo de Simões e Betarelli (2011) como variáveis *proxies* para mensurar os fatores de aglomeração e desaglomeração. Sendo assim, as medidas de economias de aglomeração (urbanização ou localização) foram definidas a partir dos seguintes indicadores: especialização (localização), industrialização (urbanização), massa salarial industrial (urbanização), mercado (urbanização), trabalho especializado (urbanização), serviços dinâmicos (urbanização), quociente locacional (localização) e economias de escala. Por sua vez, as medidas de deseconomias de aglomeração foram definidas pelos indicadores de analfabetismo e pobreza (ver Quadro 2).

Quadro 2 – Indicadores de urbanização e localização

Indicador	Fórmula de cálculo	Descrição
Coeficiente de especialização	$CE_j = \frac{\sum_i (e_{ij} - e_{i.})}{2}$ $e_{ij} = \frac{(E_{ij})}{(\sum_i E_{ij})}$ $e_{i.} = \frac{(\sum_j E_{ij})}{(\sum_i \sum_j E_{ij})}$	Compara a estrutura produtiva da região em relação à estrutura produtiva total, onde E_{ij} é o emprego do setor i e da região j ;
Grau de industrialização	$GINDUST = \frac{POind}{POurb}$	Relaciona a quantidade de pessoas ocupadas na indústria e a quantidade de pessoas ocupadas na zona urbana;
Analfabetismo	$ANALFAB = \frac{POanalfabeta}{PO1564}$	Relaciona a população analfabeta e a população ocupada com idade entre 15 e 64 anos;
Nível de pobreza	$POBREZ = \frac{Pomsm}{POurb}$	Relaciona a população urbana que recebe até um salário-mínimo e o pessoal ocupado na zona urbana;
Massa salarial da indústria de transformação	$MSINDTR = \frac{MSindtr}{MStotal} * 100$	Relaciona a massa salarial da indústria de transformação e a massa salarial da indústria total;
Mercado	$MERCADO = \frac{MSurb}{POurb}$	Relaciona a massa salarial urbana e o pessoal ocupado na zona urbana;
Força de trabalho especializada	$FESPEC = \frac{POesp}{POurb}$	Relaciona ocupações específicas de setores selecionados e o pessoal ocupado na zona urbana;
Oferta de serviços produtivos	$SERVICOS = \frac{POserv_{esp}}{POserv}$	Relaciona ocupações específicas do setor serviço e o pessoal ocupado no setor serviço;
Economia de escala	$ECESCALA = \frac{PO_{100urb}}{POurb}$	Relaciona o pessoal ocupado em empresas com mais de 100 funcionários e o pessoal ocupado na zona urbana;
Quociente Locacional	$QL_{ij} = \frac{\left(\frac{E_{ij}}{E_{i.}}\right)}{\left(\frac{E_{.j}}{E_{..}}\right)}$	Relaciona a razão entre o emprego do setor i e da região j (E_{ij}) e o emprego do setor i de todas as regiões ($E_{i.}$) com a razão entre o emprego de todos os setores da região j ($E_{.j}$) e o emprego total da região de referência ($E_{..}$). QL específicos calculados: 1) indústria weberiana; 2) serviços dinâmicos; e 3) setores intensivos em trabalho.

Fonte: adaptado de Betarelli e Simões (2011).

Notas: Quociente locacional da indústria weberiana é calculado para os setores de produtos minerais não metálicos, metalurgia e papel, papelão e editorial e gráfica. Os serviços dinâmicos são: serviços industriais de utilidade pública; instituições de crédito, seguros e capitalização; comércio e administração de imóveis, valores mobiliários, serviços técnicos; transporte e comunicações.

O objetivo é realizar uma Análise de Componentes Principais para que se possa identificar eventuais associações entre tais indicadores e construir componentes que servirão para criar grupos de municípios semelhantes entre si na análise seguinte¹. Por fim, a análise de agrupamentos é uma técnica exploratória utilizada quando há a intenção de se verificar a existência de comportamentos semelhantes entre observações, as quais formarão grupos internamente homogêneos e heterogêneos entre eles. Para tanto, serão adotados dois passos para a formação dos *clusters*. O primeiro consiste em adotar um esquema de aglomeração hierárquico que tem por objetivo identificar o número mais apropriado de grupos. Posteriormente, será adotado o procedimento *K – means*, que se trata de um esquema de aglomeração não hierárquico. Durante o processo de encadeamento hierárquico, três métodos foram utilizados: i) encadeamento único; ii) encadeamento completo; e iii) encadeamento médio. A diferença está na forma como cada um deles calcula a distância. O primeiro privilegia as distâncias mais curtas; o segundo as maiores distâncias, e o terceiro faz com que dois grupos sofram fusão com base na distância média entre todos os pares de observações pertencentes a esses grupos. Isso é importante porque, se os resultados para encadeamento médio e único forem semelhantes, será um sinal de que as observações são consideravelmente distintas em relação às variáveis estudadas. Por outro lado, caso as observações fossem mais similares, a consistência de respostas ocorreria entre os métodos de encadeamento completo e médio.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Descobrir potencialidades setoriais nos municípios do semiárido baiano ao longo da última década é crucial para pensar o desenvolvimento econômico da região. Isso possibilita a criação de incentivos direcionados a atividades específicas, as quais, em muitos casos, já representam uma alternativa de emprego para os residentes. Nesse cenário, visando melhor entender a dinâmica setorial dos empregos formais, aplicou-se o método *shift-share* em dois períodos: de 2010 a 2015 e de 2015 a 2020. Os municípios que, nos dois intervalos de tempo, apresentaram efeitos competitivos e especializados no setor "X" foram categorizados como "Municípios com Potencial de Desenvolvimento no setor X".

Alguns resultados relevam a fragilidade, em termos de dinâmica do emprego formal, na maioria dos municípios do semiárido baiano. Por exemplo, nenhum dos seus 278 municípios foi classificado como “vantagem competitiva” e “especializado” no setor de Serviços de Utilidade Pública, bem como no setor de Serviços não turísticos. Ainda revela alguma fragilidade econômica da região o fato de que a maioria dos municípios que apresentaram vantagens competitivas e especializadas se concentraram em dois setores: Administração Pública e Comércio. Não há nenhuma região específica do semiárido que mereça destaque, já que os municípios com tais características estão relativamente bem distribuídos espacialmente. Os resultados foram compatíveis com as evidências obtidas por Oliveira (2014), já que poucas microrregiões do semiárido apresentaram vantagem competitiva e especialização nos setores dinâmicos e as vantagens competitivas existentes estavam concentradas em setores tradicionais em relação aos empregos formais, a exemplo da administração pública.

Da mesma forma, apenas um deles, Brumado, mostrou-se competitivo e especializado no setor de Construção Civil nos dois períodos consecutivos. Brumado encontra-se no Centro-Sul baiano, tem cerca de 65 mil habitantes, segundo o IBGE (2010), e a mineração é uma de suas principais atividades econômicas. De acordo com os dados da RAIS, em 2010, o setor de construção civil era o responsável por cerca de 10% dos empregos formais no município, mas em 2020 esse número subiu para 26%. Nos últimos dez anos, o emprego nesse setor avançou mais de 300%, ao passo que os empregos totais cresceram apenas 55%. A expansão imobiliária e a potencialidade

1 O uso de variáveis com medidas/escalas diferentes pode distorcer a estrutura do agrupamento em análises de conglomerados. A utilização dos componentes principais, além reduzir os dados originais, padroniza as variáveis e evita possíveis distorções em função das escalas (Fávero et al., 2009; Simões; Betarelli, 2011).

nesse setor podem ser úteis para o incentivo a atividades correlatas como fabricação de cimentos, telhas, blocos etc.

Foi possível classificar três municípios com potencial de desenvolvimento no setor de Serviços Turísticos: Seabra, Palmeiras e Lençóis. Esses são municípios pequenos localizados na Chapada Diamantina, conhecida pelos atrativos turísticos. O turismo foi apontado por Santos et al. (2016) como um vetor de interiorização das atividades econômicas do estado e de crescimento da região da Chapada Diamantina. Há, portanto, possibilidade de desenvolvimento local com base em atividades festivas, culturais, culinárias e literárias. O Recôncavo baiano, por exemplo, tem no seu calendário um evento importante que atrai turistas de várias partes do Brasil e do exterior: a Feira Literária Internacional de Cachoeira. Esse tipo de atividade é capaz de dinamizar uma série de serviços que, em alguma medida, já estão estabelecidos nesses municípios da Chapada, mas que podem se expandir para as cidades vizinhas. Assim, a organização conjunta de um calendário festivo – liderada por aqueles três municípios – bem como a elaboração de um roteiro turístico na região representa um potencial de desenvolvimento para os municípios da Chapada Diamantina.

Um conjunto de seis municípios do semiárido foram classificados com potencial de desenvolvimento no setor de Mineração: Caturama, Paramirim, Campo Alegre de Lourdes, Sento Sé, Jaguarari e Santaluz. Tão importante quanto o resultado em si é perceber a localização espacial desses municípios. Caturama e Paramirim estão localizados na Província Mineral do Vale de Paramirim, que engloba outros municípios como Caetité, Ibipitanga, Licínio de Almeida, Boquira e Macaúbas. Nesta Província Mineral, encontra-se ferro, zinco, cobre, grafeno, terras raras e fosfato. De acordo com a Secretaria da Indústria, Comércio e Mineração do Estado da Bahia, há um potencial de extração de 2 bilhões de toneladas dos mais variados minérios. Já existe um projeto da Companhia do Vale do Paramirim para a identificação de reservas agrominerais que poderia englobar 32 municípios circunvizinhos. Além disso, a mineração se destaca entre os principais setores que contribuem para a desconcentração da atividade econômica na RMS, através das exportações, dos investimentos e do crescimento nos municípios do interior do Estado (Lacerda et al., 2013; Merelles; Santos, 2017; Pessoti; Pessoti, 2019).

Há, todavia, quatro outros municípios já citados anteriormente – Jaguarari, Santaluz, Campo Alegre de Lourdes e Sento Sé – localizados no norte e nordeste do semiárido, com características semelhantes. Jaguarari se destaca pela atividade de mineração, especialmente a extração de cobre, e, como parte do Vale do Curaçá, pertence a uma área cuja exploração mineral teve início nos anos 1980 (Garcia, 2017). Santaluz fica a cerca de 150 km de Jaguarari; é um município em que a extração de ouro é realizada por uma multinacional tal como ocorre em Jacobina, cidade a cerca de 130 km de Santaluz. Municípios geograficamente próximos, como Nordestina e Barrocas, exploram diamante e ouro, respectivamente. Vale salientar que a Bahia se destaca entre os maiores produtores de diamantes do Brasil e na produção de esmeraldas (CBPM, 2022). A Serra de Carnaíba, em Pindobaçu, também se destaca na produção desses dois minerais. Os resultados encontrados no *shift-share* também sinalizam para Campo Alegre de Lourdes, município no norte do Estado, de cerca de 30 mil habitantes (IBGE), com potencial para exploração de titânio. Em Sento Sé, a exploração de ferro é realizada por uma multinacional australiana e completa uma segunda área no semiárido com potencial de desenvolvimento no setor de mineração.

Ressalta-se que o desenvolvimento desse tipo de atividade exige o aperfeiçoamento de uma infraestrutura logística ainda carente no estado. A Ferrovia Centro-Atlântica, por exemplo, precisa de modernização, tal como o porto Aratu-Candeias. Já a Província Mineral do Vale de Paramirim depende da Ferrovia Oeste-Leste para escoar a produção dos minérios pelo Porto-Sul em Ilhéus (Pessoti; Pessoti, 2019). Ou seja, a falta de infraestrutura pode limitar as possíveis potencialidades dinâmicas das cidades da região e do seu entorno e a formação de redes de cidades com conexões produtivas, dados os custos de transporte não desprezíveis. Essa barreira ao desenvolvimento das cidades é apontada pela literatura da economia regional, especialmente pelos teóricos da localização e das redes de cidades. Contudo, a exploração mineral pode trazer consequências ambientais

não desprezíveis. Portanto, mecanismos de compensação devem ser considerados. Ademais, é importante avaliar a contrapartida das empresas, especialmente em áreas de tecnologia e inovação, com vistas a contribuir para o desenvolvimento local para além da atividade principal.

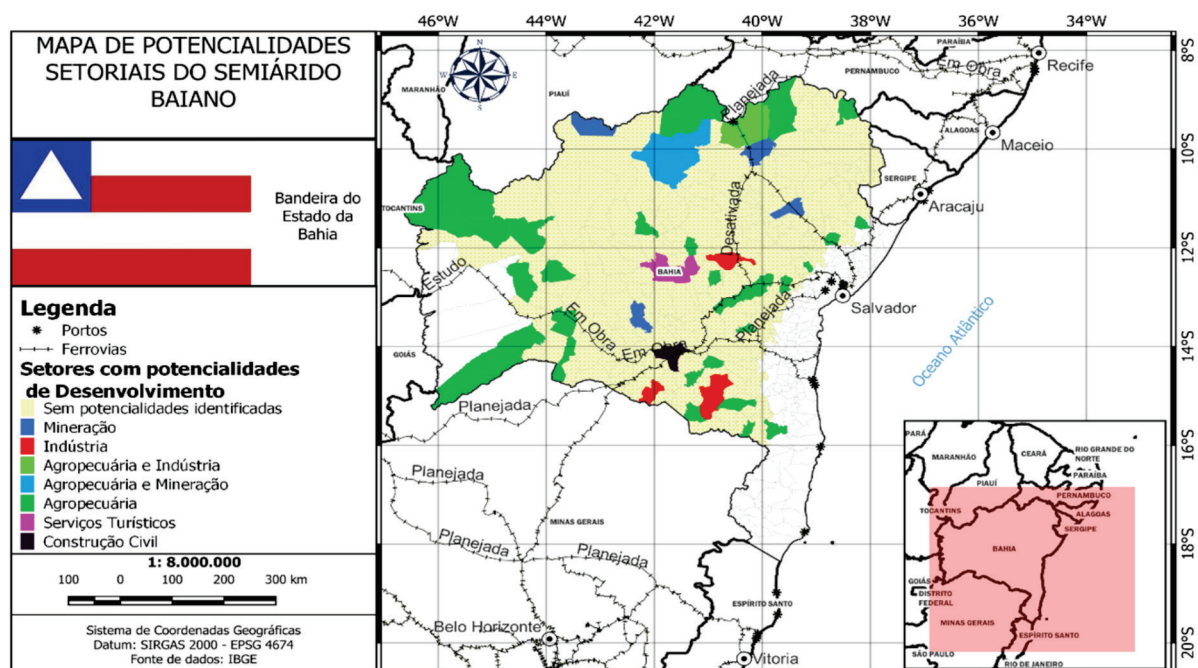
Foram identificados quatro municípios com potencial de desenvolvimento no setor industrial: Juazeiro, Ruy Barbosa, Vitória da Conquista e Condeúba. Desse grupo, os dois maiores são Juazeiro e Vitória da Conquista - municípios onde existem distritos industriais com relevância econômica para ambos. No caso de Juazeiro, cerca de 12% dos empregos formais em 2020 foram no setor industrial, ao passo que, em Vitória da Conquista, esse número foi de 14%. As duas cidades possuem indústrias majoritariamente dos ramos alimentícios e de higiene. Os dois outros municípios, Condeúba e Ruy Barbosa, são de porte menor; suas indústrias são importantes geradoras de emprego e renda para a comunidade local, especialmente do setor calçadista, mas não apresentam a relevância econômica das outras duas. Os ramos alimentício e de calçados – este último particularmente importante em Ruy Barbosa – são os destaques do setor.

Por fim, observa-se o setor agropecuário. Nesse setor está o maior número de municípios com vantagens competitivas e especializados: quarenta e seis. São fundamentalmente cidades de pequeno porte em que o setor agropecuário representa a principal alternativa de renda para os indivíduos. Esse resultado é compatível com o estudo de Ribeiro et al. (2021), que identificou o setor agrícola como relevante para a geração de renda nos municípios do semiárido da Bahia em 2015. Em grandes linhas, pode-se identificar algumas regiões do semiárido com potencial de desenvolvimento no setor Agropecuário. A primeira delas localiza-se nas regiões Oeste e Sudoeste e é formada por nove municípios – com destaque para Formosa do Rio Preto, Riachão das Neves e Barreiras; esta é uma região com destaque para a produção de grãos, algodão e agricultura irrigada. Oliveira (2014) mostrou que Barreiras apresentou especialização e vantagem competitiva nos setores de agricultura, pecuária e serviços relacionados.

Vale ressaltar que a Bahia é o segundo maior produtor de algodão do Brasil, e os municípios do Oeste baiano produzem 20% do algodão brasileiro com destaque para Luís Eduardo Magalhães, Barreiras, São Desidério, Correntina, Formosa do Rio Preto, Jaborandi e Cocos (ABAPA, 2021; Lacerda, et al., 2013; Merelles; Santos, 2017). Destaca-se também a agricultura e criação de gado em outros municípios vizinhos, mais ao sudoeste, como Malhada e Cocos. A segunda região localiza-se ao norte do semiárido com quatro principais municípios: Sento Sé, Casa Nova, Juazeiro e Curaçá. Além da conhecida fruticultura de Juazeiro, destaca-se a produção de uva e vinhos em Casa Nova, que também conta com a caprinocultura como atividade relevante. Curaçá também possui destaque no cultivo de uva e manga, esta última é também relevante em Sento Sé. Segundo o IBGE (2021), a Bahia é o segundo maior produtor de manga do Brasil e os municípios de Juazeiro, Casa Nova e Livramento de Nossa Senhora estão entre os maiores produtores do país. A terceira região está ao sul e sudeste do semiárido. São vários pequenos municípios cuja criação de gado apresenta a maior potencialidade.

A Figura 1 resume os resultados encontrados, isto é, ela apresenta os municípios do semiárido baiano e seus respectivos setores de atividades. A partir da análise *shift-share*, foi possível identificar os municípios que apresentaram variações líquidas totais de emprego positivas ou negativas ao longo do período analisado. Como sugerem Betarelli e Simões (2011), é importante avaliar a relação entre a variação líquida total e os fatores urbanos de aglomeração e/ou desaglomeração. Dessa forma, foram calculados 12 indicadores que, em alguma medida, refletem características urbanas que podem servir como fatores de atração para determinadas atividades econômicas. A partir desses indicadores, foi realizada uma Análise de Componentes Principais com o objetivo de melhor caracterizar os municípios. Em seguida, os componentes serviram para construir *clusters* de municípios com características semelhantes entre si.

Figura 1 – Potencialidades setoriais do semiárido baiano



Fonte: elaboração própria.

O município de Barra do Mendes precisou ser excluído das análises de componentes principais e *clusters* em função de dados inconsistentes². Após a exclusão, os resultados obtidos estão expostos nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 – Análise de Componentes Principais

Componente	Autovalor	Diferença	Proporção	Acumulada
Comp1	2,97	1,25	0,24	0,24
Comp2	1,71	0,24	0,14	0,39
Comp3	1,46	0,21	0,12	0,51
Comp4	1,24	0,26	0,10	0,61
Comp5	0,98	0,02	0,08	0,69
Comp6	0,95	0,15	0,08	0,77
Comp7	0,80	0,13	0,06	0,84
Comp8	0,66	0,22	0,05	0,90
Comp9	0,44	0,08	0,03	0,93
Comp10	0,36	0,08	0,03	0,96
Comp11	0,27	0,17	0,02	0,99
Comp12	0,09	0,00	0,00	1,00

Fonte: elaboração própria.

Notas: Número de observações é 416, traço é 12 e ρ é 0,61. A estatística do teste KMO é de 0,61.

² O referido município tinha uma população ocupada analfabeta igual a 0 em 2010 e 2015, mas apareceu com 354 em 2020. Ademais, todos esses analfabetos estão na administração pública e seguridade social. Isso indica um evidente erro de registro.

Tabela 2 – Análise de Componentes Principais – Autovetores

Variável	Comp1	Comp2	Comp3	Comp4
Coefficiente de especialização	-0,45	-0,03	0,25	0,03
Grau de industrialização	0,42	0,14	0,42	-0,09
Analfabetismo	-0,05	-0,21	0,34	0,49
Nível de pobreza	-0,01	-0,56	0,18	0,34
Massa salarial da indústria de transformação	0,24	-0,13	0,21	-0,19
Mercado	0,06	0,55	-0,06	0,32
Força de trabalho especializada	0,16	0,37	0,19	0,50
Oferta de serviços produtivos	0,39	-0,20	-0,17	0,34
Economia de escala	-0,35	0,29	0,37	-0,03
Quociente locacional - serviços dinâmicos	0,29	0,16	-0,20	-0,06
Quociente locacional - setores intensivos em trabalho	0,31	-0,01	0,54	-0,33
Quociente locacional - indústria weberiana	0,27	-0,03	-0,13	0,02

Fonte: elaboração própria.

Nota: Optou-se por considerar apenas os maiores autovetores em destaque ($\geq |0,35|$).

Os quatro primeiros componentes apresentam cerca de 62% da variância dos dados. Eles apresentam um autovalor maior do que um e, portanto, serão o ponto de corte para a definição da quantidade de componentes analisados. O primeiro deles possui quatro indicadores mais significativos, porém com sinais opostos. Assim, tal componente sugere municípios com certo grau de industrialização e relativa oferta de serviços dinâmicos, porém sem capacidade de economia de escala nem especialização produtiva.

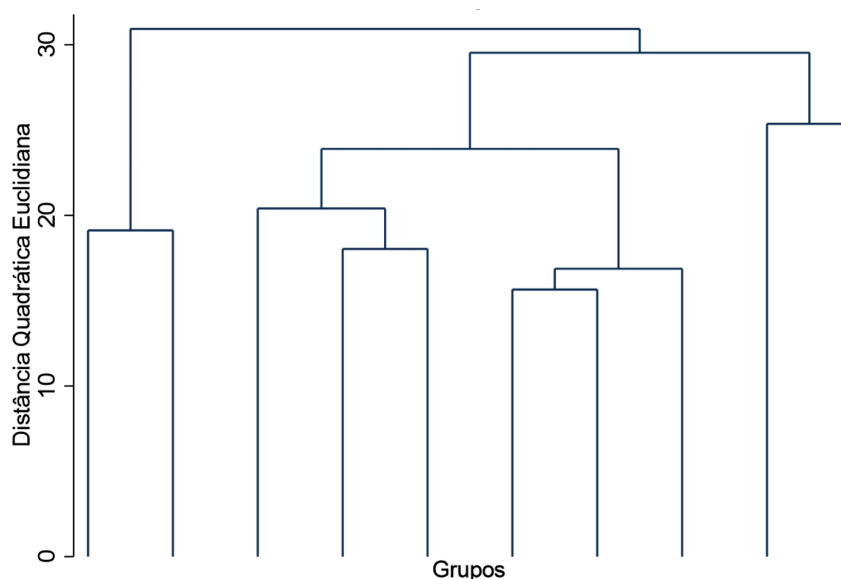
O segundo componente é marcado por algum nível de qualificação da força de trabalho bem como maior poder de compra do mercado local. Isso indica fatores aglomerativos de urbanização ao mesmo tempo em que pode apontar para uma vantagem potencial desses municípios. Tal componente apresenta, ainda, o sinal negativo para a variável de pobreza, corroborando, em alguma medida, que municípios com elevado nível deste elemento tenham maior potencial de atrair atividades mais qualificadas do ponto de vista do emprego.

O terceiro componente possui um elemento de localização relevante – quociente locacional de setores intensivos em baixa qualificação – e outro de urbanização – grau de industrialização. Assim, um elevado nível desse componente sugere algum potencial para o desenvolvimento industrial; porém, trata-se de um setor industrial intensivo em trabalho de baixa qualificação, tais como calçados, têxtil, couro, alimentos etc. Ressalta-se, ainda, que a variável que indica economia de escala tem alguma importância na sua composição.

O quarto componente apresentou um resultado semelhante àquele observado por Betarelli e Simões (2011). Por um lado, o coeficiente de analfabetismo foi positivo, indicando uma força de atração de atividades intensivas em trabalho não qualificado ou de baixo custo. Por outro lado, o coeficiente da variável “força de trabalho especializado” também foi positivo, indicando força de atração para setores mais intensivos em trabalho qualificado. Assim, talvez a força de trabalho seja o principal fator de aglomeração nesse componente.

Para auxiliar na caracterização dos resultados da Análise de Componentes Principais, o passo seguinte foi realizar uma análise de *clusters* considerando os quatro componentes. Como os resultados para os métodos de encadeamento completo e médio foram mais similares, então os componentes estudados são relativamente semelhantes entre as observações. Isso, inclusive, pôde ser comprovado com a observação do dendrograma (Figura 2), cujos pequenos saltos de um agrupamento para o outro exigiram que a medida de distância utilizada fosse a distância quadrática euclidiana.

Figura 2 – Dendrograma



Fonte: elaboração própria.

Com base na análise hierárquica, três *clusters* foram sugeridos³. O passo seguinte foi utilizar o método de aglomeração não hierárquico, *K – means*. Os centróides são recalculados após a inclusão de uma observação em determinado grupo. Os principais resultados são apresentados na Tabela 3. Em primeiro lugar, observou-se que, dos quatro componentes extraídos da Análise de Componentes Principais, três são estatisticamente diferentes em pelo menos um dos grupos encontrados. Por outro lado, o quarto componente não foi estatisticamente diferente em nenhum dos grupos. Em outras palavras, os três agrupamentos de municípios não se diferenciam por conta de eventual atração de mão de obra pouco qualificada. Além do mais, a análise de variância de um fator permitiu identificar as variáveis que mais contribuíram para a formação de pelo menos um dos *clusters*, isto é, maiores valores da estatística F, desde que significativa. Logo, a estatística F mostra se existem diferenças significativas nos componentes que justifiquem a divisão dos grupos.

Tabela 3 – *Clusters*

Análise de Variância	Componente 1	Componente 2	Componente 3	Componente 4
Entre Grupos	935	107	64	3,9
Dentro dos Grupos	283	540	511	447
Estatística F	677***	40***	25***	1,8
p-valor	0,00	0,00	0,00	0,16

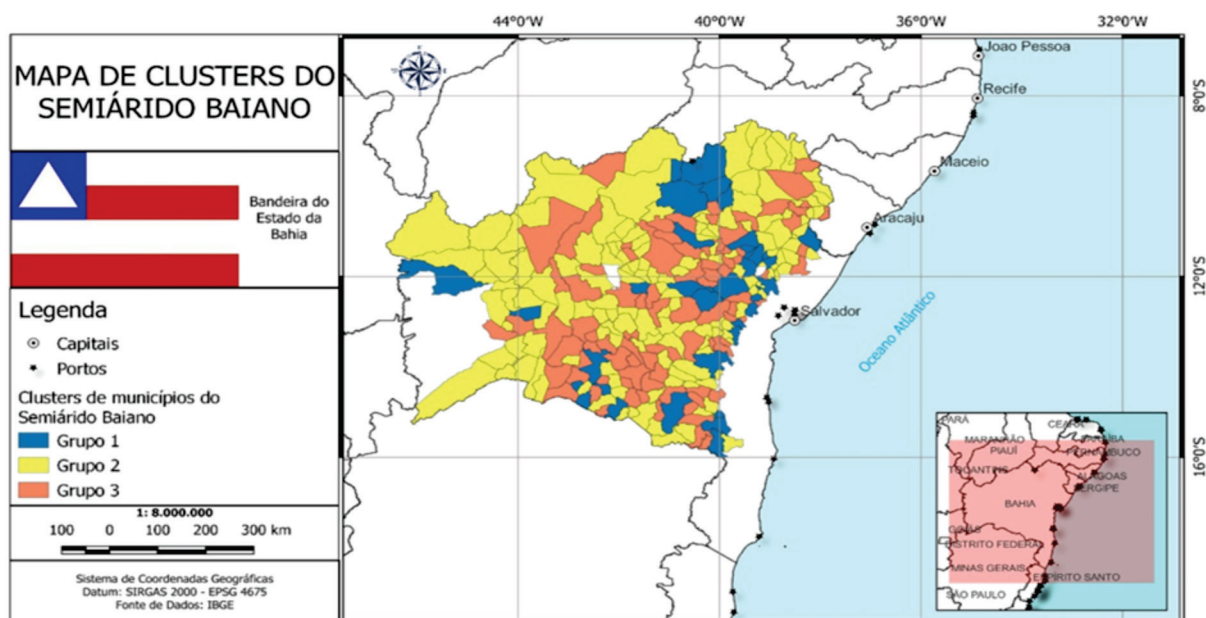
Fonte: elaboração própria.

A partir desses resultados, os três grupos de municípios estão distribuídos na Figura 3. O primeiro grupo é formado por 35 municípios. Dentre eles estão Juazeiro, Vitória da Conquista, Ruy Barbosa e Condeúba, que na análise *shift-share* foram classificados como municípios com potencial de desenvolvimento no setor industrial. Neste grupo, estão os municípios com certo grau de industrialização e relativa oferta de serviços dinâmicos, porém sem capacidade de economia de escala e de especialização produtiva. Eles também possuem algum nível de qualificação da força de trabalho bem como maior poder de compra do mercado local. Isso indica fatores aglomerativos de urbanização ao mesmo tempo em que pode apontar para uma vantagem potencial desses municípios. Vale ressaltar que, as teorias de aglomeração e redes de cidades apontam a importância

3 A distância quadrática euclidiana foi utilizada como métrica de proximidade entre os municípios (ver Simões e Betarelli, 2011) e o valor de 25 serviu para embasar a decisão de 3 grupos.

de ampliar o mercado potencial através da integração entre cidades, o que permitiria uma maior especialização produtiva e ganhos de escala (Diniz, 2006; Rosenthal; Strange, 2004). Ademais, há algum potencial para o desenvolvimento de um setor industrial intensivo em trabalho de baixa qualificação, tais como calçados, têxtil, de couro, alimentos etc.

Figura 3 – *Clusters* baseados nos componentes principais



Fonte: elaboração própria.

Há duas concentrações de municípios vizinhos com tais características: uma ao leste do semiárido e outra ao norte. Elas formam, claramente, um agrupamento com algum potencial de desenvolvimento daquele setor. Ao leste estão: Ruy Barbosa, Itaberaba, Ipirá, Riachão do Jacuípe, Conceição do Coité, Serrinha, Barrocas, Retirolândia, Valente, Santaluz e Feira de Santana. A exceção do último, esse é um grupo em que as indústrias calçadistas, além de atividades industriais ligadas ao sisal, têm espaço importante. A segunda concentração, ao norte, é composta por cinco municípios: Juazeiro, Sobradinho, Campo Formoso, Jaguarari e Andorinha. Não há, todavia, uma homogeneidade, em termos de similaridade dos segmentos industriais entre os municípios, como na primeira aglomeração, já que as atividades industriais são mais diversas, tais como indústria de alimentos, higiene etc. Portanto, do ponto de vista de potencialidade de desenvolvimento industrial no semiárido da Bahia, destacam-se dois municípios específicos, Vitória da Conquista e Juazeiro, com suas especificidades industriais, e mais um conjunto de municípios ao leste que poderiam formar uma espécie de polo calçadista/têxtil do semiárido.

Vale ressaltar que, na análise do *shift-share*, foi possível identificar alguns municípios do oeste do semiárido baiano com potencialidade no setor agropecuário. Uma das principais atividades foi o cultivo de algodão, o que faz da Bahia o segundo maior produtor de algodão do Brasil. Se há, por outro lado, um conjunto de municípios com alguma capacidade de desenvolvimento industrial intensivo em trabalho de baixa qualificação - tais como calçados, têxtil, de couro e alimentos - estudos futuros podem ser realizados na tentativa de investigar possíveis canais de integração entre essas duas áreas do semiárido.

O segundo grupo é formado por 55% dos municípios do semiárido. Nesse agrupamento estão aqueles com o menor grau de industrialização e menor capacidade de oferta de serviços dinâmicos. Por outro lado, apresentaram a maior capacidade de economia de escala, bem como de especialização produtiva. Eles possuem os menores níveis de qualificação da força de trabalho e índices de

localização. Nesse grupo, estão os municípios que apresentaram maior potencialidade no desenvolvimento de atividades agropecuárias e mineração.

O terceiro grupo é formado por 89 municípios. Dentre eles, estão aqueles que, na análise *shift-share*, foram classificados com potencialidade de desenvolvimento no setor de serviços turísticos. Nesse agrupamento, estão os municípios cujos indicadores são melhores do que os do Grupo 2, mas inferiores aos do Grupo 1. Por exemplo, eles têm um grau baixo de industrialização, porém maior do que aquele observado para o Grupo 2; o mesmo padrão é constatado para sua capacidade de oferta de serviços dinâmicos. Ademais, possuem um baixo índice de qualificação da força de trabalho, embora melhor do que o Grupo 2. O índice de poder de compra do mercado local é o menor de todos os grupos. Isso indica fatores de desaglomeração urbana, ao mesmo tempo em que pode apontar para uma desvantagem potencial desses municípios. Além da agropecuária, há espaço para o desenvolvimento de atividades de serviços, se houver qualificação da mão de obra.

Observa-se, por exemplo, que o entorno de certos municípios pertencentes ao Grupo 1 – aquele com maior potencial para o desenvolvimento do setor industrial – tais como Vitória da Conquista, é marcado pela presença de municípios do Grupo 3. O mesmo padrão é observado para as cidades no entorno de Caetité, bem como daquele aglomerado do Grupo 1, ao leste do semiárido, marcado por municípios com potencial de desenvolvimento no setor industrial. Nota-se, ainda, um conjunto relativamente grande de municípios circunvizinhos de Brumado, que, na análise *shift-share*, apresentou vantagem competitiva e foi especializado no setor de Construção Civil.

Portanto, os resultados evidenciam a existência de poucos centros urbanos dinâmicos baseados em produção industrial e potencial de especialização e de expansão, a exemplo de Vitória da Conquista e Juazeiro, ao mesmo tempo em que a maior parcela de municípios do semiárido baiano possui baixo índice de qualificação da força de trabalho e um potencial de desenvolvimento em setores como agropecuária, mineração e serviços turísticos. As evidências mostram as fragilidades da região semiárida e a necessidade de conhecer as suas potencialidades para estimular setores estratégicos. Ademais, o estudo aponta a necessidade de estabelecer uma maior integração entre os municípios, visando ampliar os mercados, explorar as potencialidades similares ou complementares e se beneficiar das vantagens de aglomeração.

5 CONCLUSÃO

O presente estudo teve por objetivo identificar os setores econômicos com potencialidade de crescimento e geração de emprego nos municípios do semiárido baiano. Entende-se que, para pensar o progresso da Bahia, é preciso considerar esse território que representa mais de 80% do estado e mais da metade de sua população. A persistência dos baixos níveis de desenvolvimento socioeconômico no semiárido justifica a necessidade de realizar estudos sistemáticos que contribuam com evidências para a proposição de estratégias de desenvolvimento e a formulação de políticas públicas em busca de alternativas para a região.

A literatura econômica aponta a existência de restrições climáticas e produtivas para o desenvolvimento econômico da região, que podem incentivar a migração de saída da sua população. Os estudos para a Bahia mostram uma desconcentração da atividade econômica da Região Metropolitana de Salvador, o que tem beneficiado alguns municípios pertencentes ao semiárido, tais como Barreiras, Juazeiro e Vitória da Conquista. No entanto, a desconcentração econômica não tem sido capaz de romper com o padrão de desenvolvimento territorial pouco integrado e com baixas externalidades positivas para as regiões do entorno (Lacerda *et al.*, 2013; Santos *et al.*, 2016; Merelles; Santos, 2017; Pessoti; Pessoti, 2019). A literatura em economia regional aponta a necessidade de fortalecer a integração regional para se beneficiar das vantagens de ampliação dos mercados e redução dos custos de produção.

Isso requer o aproveitamento das potencialidades do semiárido, apresentadas em uma série de setores econômicos, e a promoção da integração intrarregional e com outras regiões do estado e do país. Essa região faz com que a Bahia ocupe posições de destaque no Brasil na produção de diamantes, esmeralda e gemas, bem como na produção de algodão e de manga. Os setores identificados com maior potencialidade econômica na região semiárida da Bahia foram os de mineração, serviços turísticos, agropecuária e indústrias intensivas em trabalho de baixa qualificação. A mineração talvez seja o setor mais articulado. Além do Vale do Curaçá, o Vale do Paramirim já recebe a atenção do estado. Todavia, é possível que outros municípios, ao norte do semiárido, possam ter nesta atividade uma possibilidade de expansão. Para esse setor, a infraestrutura é elemento central e, portanto, a conclusão da ferrovia Oeste-Leste e do Porto Sul são fundamentais. No caso dos serviços turísticos, destaca-se os municípios de Seabra, Lençóis e Palmeiras, na Chapada Diamantina. A agropecuária foi o setor com o maior número de municípios com vantagem competitiva e especializados, com destaque para a pecuária, produção de grãos, fruticultura e agricultura irrigada. Por último, destacaram-se as indústrias de calçados e alimentos, intensivas em trabalho de baixa qualificação.

Por outro lado, foram identificados três *clusters* de municípios no semiárido baiano, baseados em indicadores de aglomeração e desaglomeração. O primeiro, o menor grupo, foi caracterizado pela oferta de serviços dinâmicos, poder de compra do mercado local e um certo nível de industrialização e qualificação da força de trabalho, no qual se encontram municípios com potencial industrial, especialmente nos segmentos de calçados, têxteis e alimentos. O segundo reuniu a maioria dos municípios do semiárido com baixo nível de industrialização, qualificação da mão de obra e serviços dinâmicos, na qual estão os municípios com potencial na mineração e agropecuária. O último foi caracterizado pelo menor poder de compra entre os três e níveis intermediários de industrialização, serviços dinâmicos e qualificação em relação aos demais. Neste último estão os municípios com potencial de turismo e agropecuária. Ressalta-se que a metodologia utilizada neste estudo fornece apenas uma análise descritiva, mas pode sugerir questões específicas que merecem uma investigação aprofundada. Nesse aspecto, uma extensão deste estudo é identificar relações causais entre os fatores de localização e urbanização, o desempenho dos setores com potencialidades e os *spillovers* espaciais.

Embora a maior dinâmica econômica da Bahia esteja localizada na Região Metropolitana de Salvador, o semiárido contém potencialidades ainda pouco exploradas. A criação de um conjunto adequado de incentivos e investimentos pode favorecer o desenvolvimento de municípios que já possuem algumas vantagens competitivas em determinados setores. Para tanto, o olhar do gestor público e do empreendedor privado não pode se limitar às dificuldades da infraestrutura hídrica, que é de fundamental importância para o avanço da região. No entanto, é preciso avançar nas infraestruturas de transporte, energia e telecomunicação que viabilizem a integração de municípios com potencial dinamizador da região. Tais barreiras à integração são previstas na literatura da economia regional, que destaca a relevância dos custos de transporte para as decisões de localização e de aglomeração.

Contudo, essa integração deve extrapolar os limites do semiárido, possibilitando a conexão com outras centralidades urbanas dentro Bahia, mas também fora do estado. Isso é fundamental para a superação da pobreza, ainda intensa na região. No entanto, é importante fortalecer um componente importante do desenvolvimento socioeconômico, a educação nos seus diversos níveis. O estado, em geral, ainda apresenta baixos níveis de qualidade nos indicadores educacionais. Além disso, a parcela de indivíduos com níveis de escolaridade elevados (ensino médio completo ou mais) ainda é baixa, comprometendo esse componente. Por fim, fomentar o desenvolvimento de rede de cidades complementares ou identificar um conjunto de municípios com possibilidade de dinamismos econômico e potencial de transbordamentos, com efeitos positivos nos seus vizinhos, pode ser um caminho a ser seguido pelos gestores estaduais e municipais do semiárido da Bahia. Tais estratégias podem contribuir para o desenvolvimento socioeconômico não só da região, mas de todo o território estadual.

REFERÊNCIAS

- ABAPA – ASSOCIAÇÃO BAIANA DOS PRODUTORES DE ALGODÃO. **Relatório de safra: algodão – safra 2020-2021**. Disponível em: <https://abapa.com.br/wp-content/uploads/2022/01/relatorio-fechamento-2020-2021.pdf>. Acesso: em 13 mar. 2023.
- ASA – ARTICULAÇÃO SEMIÁRIDO BRASILEIRO. **Semiárido**. 2024. Disponível em: <https://www.asabrasil.org.br/semiario>. Acesso em: 30 jan. 2024.
- BARBIERI, A. F. et al. Climate change and population migration in Brazil's Northeast: scenarios for 2025–2050. **Population and environment**, v. 31, p. 344-370, 2010.
- BETARELLI, A. A.; SIMÕES, R. F. A dinâmica setorial e os determinantes locais das microrregiões paulistas. **Economia Aplicada**, v. 15, n. 4, p. 641-67, 2011.
- BRANCO, D.; FERES, J. Weather Shocks and Labor Allocation: Evidence from Northeastern Brazil. In: **INTERNATIONAL CONFERENCE OF AGRICULTURAL ECONOMISTS**, 30th, 2018, Vancouver, British Columbia, n. 277736.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Programa de Disseminação das Estatísticas do Trabalho**. Relação Anual de Informações Sociais (RAIS): 2010, 2015, 2020 e 2021. Brasília, DF, 2021.
- BROWN, H. J. Shift and Share projections of regional economic growth: an empirical test. **Journal of Regional Science**, v. 9, n. 1, 1969.
- BRUECKNER, Jan K. **Lectures on urban economics**. London: The MIT press, 2011.
- CHRISTALLER, W. **Central places in southern Germany**. New Jersey: Prentice-Hall, 1966.
- CBPM – COMPANHIA BAIANA DE PESQUISA MINERAL. **Bahia é o maior produtor de diamantes do país**. CBPM, 21 janeiro, 2022. Disponível em: www.cbpm.ba.gov.br/bahia-e-o-segundo-maior-produtor-de-gemas-do-pais/. Acesso em: 30 jan. 2024.
- DA MATA, D.; RESENDE, G. Changing the climate for banking: the economic effects of credit in a climate-vulnerable area. **Journal of Development Economics**, v. 146, p. 102459, 2020.
- DELAZERI, L. M. M.; DA CUNHA, D. A.; COUTO-SANTOS, F. R. Climate change and urbanization: Evidence from the semi-arid region of Brazil. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**, v. 12, n. 2, p. 129-154, 2018.
- DINIZ, C. C. A Busca de um Projeto de Nação: O Papel do Território e das Políticas Regional e Urbana. **Revista EconomiA**, Selecta, Brasília (DF), v.7, n.4, p.1–18, dezembro 2006.
- ESTEBAN-MARQUILLAS, J. M. A reinterpretation of shift-share analysis. **Regional and Urban Economics**, v. 2, n. 3, p. 249-55, 1972.
- FÁVERO, Luiz Paulo Lopes et al. **Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisões**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.
- FUJITA, M.; KRUGMAN, P.; VENABLES, A. **Economia espacial: urbanização, prosperidade econômica e desenvolvimento humano no mundo**. São Paulo: Futura, 2002.
- FUJITA, M., KRUGMAN, P.; VENABLES, A. J. **The Spatial Economy: Cities, Regions and International Trade**. MIT, Massachusetts, 1999.

GARCIA, P. M. P. **A Província Cuprífera do Nordeste Meridional: Evolução dos Processos e Modelos Metalogenéticos**. 2017. Tese (Doutorado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2017.

HADDAD, P. R (Org.). **Economia regional, teorias e métodos de análise**. Fortaleza: BNB/Etene, 1989.

HENDERSON, J. V. The sizes and types of cities. **America Economic Review**, 64, p. 640-656, 1974.

HOOVER, E. M.; GIARRATANI, F. **An introduction to regional economics**. The Web Book of Regional Science, Regional Research Institute, West Virginia University, 1984.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA BRASIL. **Censo Demográfico**, 2010. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em: 13 mar. 2023.

_____. **Produção Agrícola Municipal**, 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria>. Acesso em: 13 mar. 2023.

_____. **Painel de Indicadores**. Rio de Janeiro: 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/indicadores.html?view=default>. Acesso em: 13 mar. 2023.

LACERDA, F. C. C.; PESSOTI, G. C.; JESUS, J. A. Transformações estruturais, (des) concentração espacial e inserção internacional: Uma análise para a economia baiana com base na teoria da base produtiva. **Nexos Econômicos**, v. 7, n. 1, p. 141-178, 2013.

LOSCH, A. **The economics of location**. Yale U. P., New Haven, 1954.

MERELLES, A. E. F.; SANTOS, J. P. C. A dinâmica do setor de serviços na Bahia e seus impactos sobre os municípios e o mercado de trabalho entre os anos de 2006 e 2015. **Bahia Análise e Dados**, v. 27, n. 2, p. 87–103, 2017.

OLIVEIRA, J.; PALIALOL, B.; PEREDA, P. Do temperature shocks affect non-agriculture wages in Brazil? Evidence from individual-level panel data. **Environment and Development Economics**, v. 26, n. 5-6, p. 450-465, 2021.

OLIVEIRA, J.; PEREDA, P. The impact of climate change on internal migration in Brazil. **Journal of Environmental Economics and Management**, v. 103, p. 102340, 2020.

OLIVEIRA, R. C. Estrutura do emprego e decomposição do crescimento econômico das microrregiões da Bahia no período 2000-2010. **Planejamento e Políticas Públicas**, n. 43, 2014.

PESSOTI, F. C. C.; PESSOTI, G. C. Panorama Econômico da Bahia no Século XXI. **BNB Conjuntura Econômica**, Edição Especial, 2019. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2019.

PESSOTI, G. C.; DA SILVA, D. V. Análise dos ciclos econômicos da Bahia entre 1975 e 2010. **Revista Desenharia**, n. 15, 2011.

PONSARD, C. **History of spatial economic theory**. Springer-Verlag, 1983.

ROSENTHAL, S. S.; STRANGE, W. C. Evidence on the nature and sources of agglomeration economies. In: **Handbook of regional and urban economics**. Elsevier, p. 2119-2171, 2004.

RIBEIRO, C. S.; PEREIRA, R. M.; OLIVEIRA, G. G. Estrutura produtiva do semiárido baiano: uma análise insumo-produto. **Cadernos De Ciências Sociais Aplicadas**, v. 18, n. 31, p. 296-314, 2021.

SANTOS, J. P. C.; SILVA, K. M.; PEREIRA, S. B. M. Interiorização produtiva e novos vetores de crescimento econômico na Bahia. **Bahia Análise & Dados**, Salvador, v. 26, n. 1, p. 109-119, jan./jun. 2016.

SILVA, K. C. M.; SOUSA FILHO, J. F.; CAIRES, F. O. C.; SILVA, D. L. G. Produtividade do Trabalho e Economias de Aglomeração: Evidências para o Estado da Bahia. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**, v. 14, n. 4, p. 657–689, 2020.

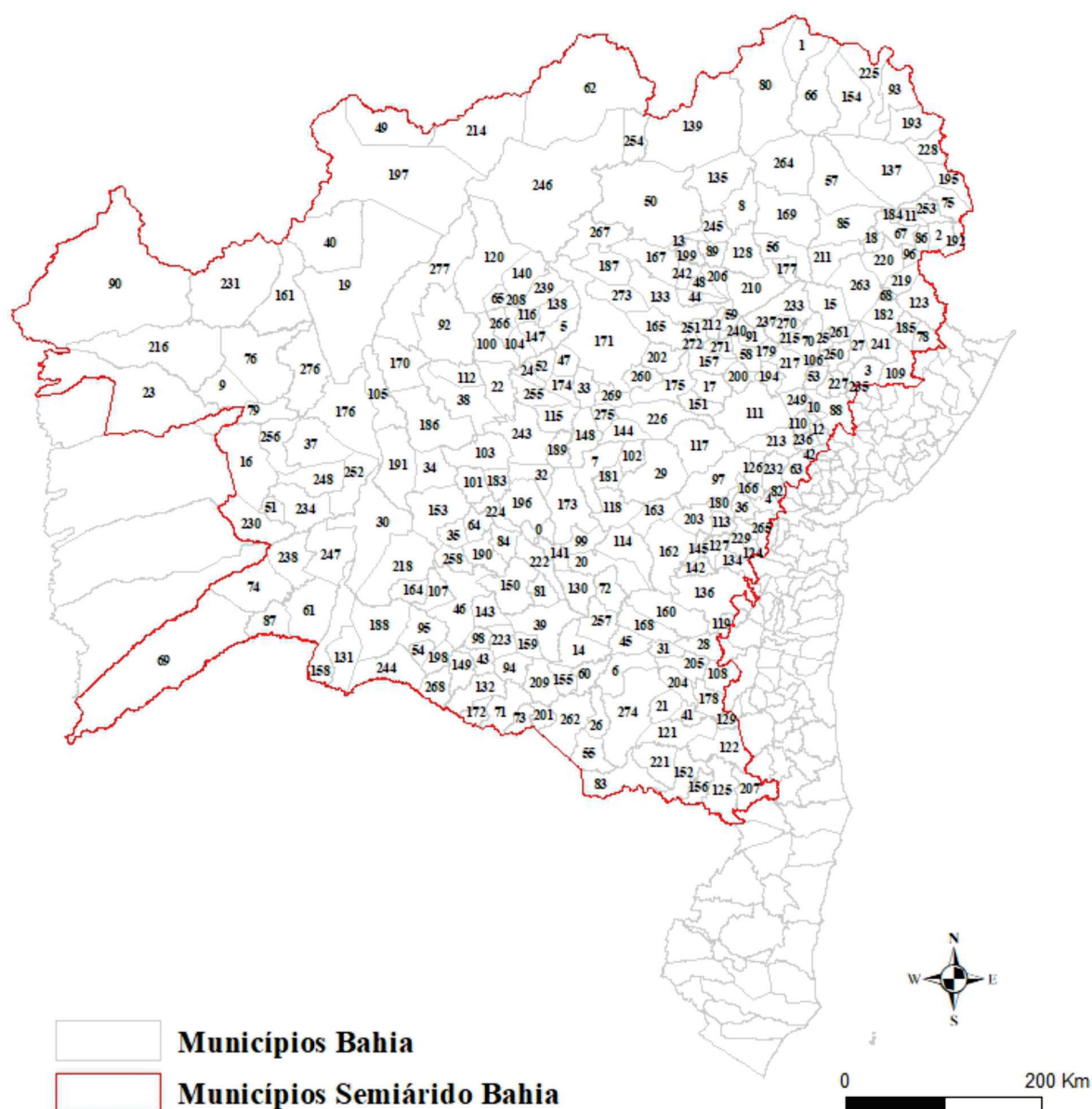
SUDENE - SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE. **Resolução CONDEL/SUDENE n. 150**, de 13 de dezembro de 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/sudene/pt-br/centrais-de-conteudo/resolucao1502021.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2023.

VON THUNEN, J. H. **Isolated state: an english editon of der isolierte staat**. Technical report, Oxford: Pergamon, 1966.

WANDERLEY, L. A.; SANTOS, N. C. A.; PORTUGAL, W B. Um estudo de dinamismos setoriais por mesorregiões do Estado da Bahia, no intervalo entre 2006 e 2012, através do modelo shift-share analysis. **Nexos Econômicos**, v. 8, n. 1, p. 81-122, 2014.

WEBER, A. **Theory of the Location of Industries**. University of Chicago Press, Chicago, 1929.

APÊNDICE A – FIGURA A1 – MUNICÍPIOS DO SEMIÁRIDO DA BAHIA



Legenda

0	Abaíra	70	Conceição do Coité	140	Jussara	210	Queimadas
1	Abaré	71	Condeúba	141	Jussiape	211	Quijingue
2	Adestina	72	Contendas do Sincorá	142	Lafaiete Coutinho	212	Quixabeira
3	Água Fria	73	Cordeiros	143	Lagoa Real	213	Rafael Jambeiro
4	Amargosa	74	Coribe	144	Lajedinho	214	Remanso
5	América Dourada	75	Coronel João Sá	145	Lajedo do Tabocal	215	Retirolândia
6	Anagé	76	Cotegipe	146	Lamarão	216	Riachão das Neves
7	Andaraí	77	Cravolândia	147	Lapão	217	Riachão do Jacuípe
8	Andorinha	78	Crisópolis	148	Lençóis	218	Riacho de Santana
9	Angical	79	Cristópolis	149	Licínio de Almeida	219	Ribeira do Amparo
10	Anguera	80	Curaçá	150	Livramento de Nossa Senhora	220	Ribeira do Pombal
11	Antas	81	Dom Basílio	151	Macajuba	221	Ribeirão do Largo

12	Antônio Cardoso	82	Elísio Medrado	152	Macarani	222	Rio de Contas
13	Antônio Gonçalves	83	Encruzilhada	153	Macaúbas	223	Rio do Antônio
14	Aracatu	84	Érico Cardoso	154	Macururé	224	Rio do Pires
15	Araci	85	Euclides da Cunha	155	Maetinga	225	Rodelas
16	Baianópolis	86	Fátima	156	Maiquinique	226	Ruy Barbosa
17	Baixa Grande	87	Feira da Mata	157	Mairi	227	Santa Bárbara
18	Banzaê	88	Feira de Santana	158	Malhada	228	Santa Brígida
19	Barra	89	Filadélfia	159	Malhada de Pedras	229	Santa Inês
20	Barra da Estiva	90	Formosa do Rio Preto	160	Manoel Vitorino	230	Santa Maria da Vitória
21	Barra do Choça	91	Gavião	161	Mansidão	231	Santa Rita de Cássia
22	Barra do Mendes	92	Gentio do Ouro	162	Maracás	232	Santa Terezinha
23	Barreiras	93	Glória	163	Marcionílio Souza	233	Santaluz
24	Barro Alto	94	Guajeru	164	Matina	234	Santana
25	Barrocas	95	Guanambi	165	Miguel Calmon	235	Santanópolis
26	Belo Campo	96	Heliópolis	166	Milagres	236	Santo Estêvão
27	Biritinga	97	Iaçu	167	Mirangaba	237	São Domingos
28	Boa Nova	98	Ibiassucê	168	Mirante	238	São Félix do Coribe
29	Boa Vista do Tupim	99	Ibicoara	169	Monte Santo	239	São Gabriel
30	Bom Jesus da Lapa	100	Ibipeba	170	Morpará	240	São José do Jacuípe
31	Bom Jesus da Serra	101	Ibipitanga	171	Morro do Chapéu	241	Sátiro Dias
32	Boninal	102	Ibiquera	172	Mortugaba	242	Saúde
33	Bonito	103	Ibitiara	173	Mucugê	243	Seabra
34	Boquira	104	Ibititá	174	Mulungu do Morro	244	Sebastião Laranjeiras
35	Botuporã	105	Ibotirama	175	Mundo Novo	245	Senhor do Bonfim
36	Brejões	106	Ichu	176	Muquém do São Francisco	246	Sento Sé
37	Brejolândia	107	Igaporã	177	Nordestina	247	Serra do Ramalho
38	Brotas de Macaúbas	108	Iguaí	178	Nova Canaã	248	Serra Dourada
39	Brumado	109	Inhambupe	179	Nova Fátima	249	Serra Preta
40	Buritirama	110	Ipecaetá	180	Nova Itarana	250	Serrinha
41	Caatiba	111	Ipirá	181	Nova Redenção	251	Serrolândia
42	Cabaceiras do Para-guaçu	112	Ipupiara	182	Nova Soure	252	Sítio do Mato
43	Caculé	113	Irajuba	183	Novo Horizonte	253	Sítio do Quinto
44	Caém	114	Iramaia	184	Novo Triunfo	254	Sobradinho
45	Caetanos	115	Iraquara	185	Olindina	255	Souto Soares
46	Caetité	116	Irecê	186	Oliveira dos Brejinhos	256	Tabocas do Brejo Velho
47	Cafarnaum	117	Itaberaba	187	Ourolândia	257	Tanhaçu
48	Caldeirão Grande	118	Itaeté	188	Palmas de Monte Alto	258	Tanque Novo
49	Campo Alegre de Lourdes	119	Itagi	189	Palmeiras	259	Tanquinho
50	Campo Formoso	120	Itaguaçu da Bahia	190	Paramirim	260	Tapiramutá
51	Canápolis	121	Itambé	191	Paratinga	261	Teofilândia
52	Canarana	122	Itapetinga	192	Paripiranga	262	Tremedal
53	Candeal	123	Itapicuru	193	Paulo Afonso	263	Tucano
54	Candiba	124	Itaquara	194	Pé de Serra	264	Uauá
55	Cândido Sales	125	Itarantim	195	Pedro Alexandre	265	Ubaira
56	Cansanção	126	Itatim	196	Piatã	266	Uibaí
57	Canudos	127	Itiruçu	197	Pilão Arcado	267	Umburanas
58	Capela do Alto Alegre	128	Itiúba	198	Pindaí	268	Urandi
59	Capim Grosso	129	Itororó	199	Pindobaçu	269	Utinga
60	Caraíbas	130	Ituaçu	200	Pintadas	270	Valente

61	Carinhanha	131	Iuiu	201	Piripá	271	Várzea da Roça
62	Casa Nova	132	Jacaraci	202	Piritiba	272	Várzea do Poço
63	Castro Alves	133	Jacobina	203	Planaltino	273	Várzea Nova
64	Caturama	134	Jaguaquara	204	Planalto	274	Vitória da Conquista
65	Central	135	Jaguarari	205	Poções	275	Wagner
66	Chorrochó	136	Jequié	206	Ponto Novo	276	Wanderley
67	Cícero Dantas	137	Jeremoabo	207	Potiraguá	277	Xique-Xique
68	Cipó	138	João Dourado	208	Presidente Dutra		
69	Cocos	139	Juazeiro	209	Presidente Jânio Quadros		

Fonte: elaboração própria.

VULNERABILITY TO DROUGHTS AND DETERMINANTS OF DIVERSIFICATION OF TEMPORARY CROPS IN NORTHEAST BRAZIL: A QUANTILE REGRESSION ANALYSIS

Vulnerabilidade a secas e determinantes da diversificação de culturas temporárias no Nordeste do Brasil: uma análise de regressão quantílica

Álvaro Robério de Souza Sá

Economista. Doutorando em Economia pelo Programa de Pós-graduação em Economia, Universidade Federal de Juiz de Fora. Faculdade de Economia – Campus Universitário, Bairro Martelos, Juiz de Fora-MG, 36036-330. alvaro.roberiosa@gmail.com

Luziane da Silva Gomes

Economista. Doutoranda em Economia pelo Programa de Pós-graduação em Economia, Universidade Federal de Juiz de Fora. Faculdade de Economia – Campus Universitário, Bairro Martelos, Juiz de Fora-MG, 36036-330. luzyanne1991@gmail.com

Abstract: This paper estimates the impacts of drought and identifies the determinants of diversification of temporary crops in the municipalities of Northeast Brazil. Using a quantile regression model with a fixed effects estimator, we find that diversification in rainfed agriculture increases with climate variability (climate change) but decreases with droughts. However, the impacts of droughts are smaller in areas with greater agricultural diversification. We also identify that family labor, conservation of natural resources, non-agricultural income, local market size, rainfall, access to rural credit, and subsistence farming are directly related to agricultural diversification, while mechanization, land use, temperature, dam construction, and business farming are inversely related. Taken together, these results support the recommendation of agricultural diversification policies to promote economic resilience, agrarian sustainability, and the adaptation of local farmers to climate change.

Keywords: agricultural diversification, droughts, climate change, semiarid, Northeast Brazil.

Resumo: Este artigo estima os impactos da seca e identifica os determinantes da diversificação de culturas temporárias nos municípios do Nordeste do Brasil. Usando um modelo de regressão quantílica com um estimador de efeitos fixos, descobrimos que a diversificação na agricultura de sequeiro aumenta com a variabilidade climática (mudança climática), mas diminui com as secas. Entretanto, os impactos das secas são menores em áreas com maior diversificação agrícola. Também identificamos que a mão de obra familiar, a conservação dos recursos naturais, a renda não agrícola, o tamanho do mercado local, as chuvas, o acesso ao crédito rural e a agricultura de subsistência estão diretamente relacionados à diversificação agrícola, enquanto a mecanização, o uso da terra, a temperatura, a construção de barragens e a agricultura empresarial estão inversamente relacionados. Em conjunto, esses resultados apoiam a recomendação de políticas de diversificação agrícola para promover a resiliência econômica, a sustentabilidade agrária e a adaptação dos agricultores locais às mudanças climáticas.

Palavras-chave: diversificação agrícola, secas, mudança climática, semiárido, Nordeste do Brasil.

Código JEL: Q15; Q18; Q54.



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

1 INTRODUCTION

Climate change will increasingly affect arid and semi-arid terrestrial ecosystems throughout this century. Climate projections suggest that these regions will become even drier and more frequently suffer from water stress (El-Beltagy; Madkour, 2012). Current and future scenarios reveal expressively challenges for the sustainable development of agriculture in semi-arid lands. In addition to being vulnerable to extreme events, such as droughts and floods, agriculture in these areas faces substantial constraints regarding the natural, financial, and technological resources needed to adapt to climate change and manage related risks (Singh; Chudasama, 2021).

The Northeast of Brazil is a semi-arid region often hit by extreme weather and increasingly exposed to climate change. Its vulnerability comes from geographic conditions, reliance on rainfed agriculture, and a large population of 57.6 million—the most populous semi-arid region worldwide. It produces 11% of Brazil's agricultural output and houses about 47.8% of the country's rural population involved in agriculture (Marengo et al., 2020)¹.

Droughts worsened by climate change reduce agricultural productivity and influence how land is used. Past droughts can change how farmers plan future crops, especially under ongoing climate risks, pests, and losses (Khanal; Mishra, 2017). This is especially true as droughts become more frequent. Farmers who grow temporary crops rely heavily on irregular rainfall. In semi-arid regions, poor water infrastructure and low soil quality make farming difficult, even in normal conditions (Zúñiga et al., 2021; Marengo et al., 2020). This has sparked debate over which farming systems best support sustainable agriculture in climate-vulnerable areas. Local farmers may adopt specialized, diversified, or hybrid systems².

This paper analyzes the impact of drought and the factors driving diversification of temporary crops in Northeast Brazil³. Using longitudinal data from 2000 to 2019, it tests the hypothesis that crop diversification has declined mainly due to intense, recurring droughts over the past two decades. It also examines whether climate variability prompts farmers to diversify more, indicating adaptation to worsening climate conditions⁴.

Using a quantile regression model with fixed effects and natural variation in climate as a natural experiment, we estimate the causal effects of drought on agricultural diversification. Our main findings are: first, we document that diversification in rainfed agriculture increases with climatic variability but decreases with droughts. However, the impacts of droughts are smaller in areas with greater agricultural diversification, which is consistent with a process of municipal agriculture adaptation to adverse climatic conditions. Second, we identify that family labor, conservation

1 The increasing frequency of droughts has been causing growing damage to the agricultural sector in the Northeast. The damage caused by droughts to regional agriculture are estimated at up to R\$ 1.5 billion per year (Marengo; Besnasconi, 2015).

2 A specialized system considers the use of land for the cultivation of high-yield crops and aims at economies of scale and technically efficient production (Sekyi et al., 2021). However, allocating agricultural land to some crops also brings disadvantages, such as the increased risk of crop losses and productivity and limitations in conventional sustainable management practices, such as crop rotation. This system is only viable in a stable market, requiring reliable commercial agencies and contracts. In regions where markets are still developing, the use of land for monoculture can reduce farmers' economic resilience to drought and negatively affect income and consumption levels (Bithal; Hazrana, 2019; Roest et al., 2018). Depending on the degree of risk aversion and resource scarcity, a diversified system with economies of scope can relatively reduce agricultural losses associated with droughts and, at the same time, contribute to sustainable agricultural development. Under these conditions, farmers have additional incentives to allocate land for polycultures. Incorporating hybrid and improved seeds into a diversified system is an important adaptation and resilience strategy for extreme climatic conditions. In addition, agricultural diversification increases soil fertility and food supply, leading to better nutrient absorption (Mulwa; Visser, 2020). In this context, farmers are increasingly trying to balance agricultural specialization and diversification to take advantage of the benefits of an intermediate system (Roest et al., 2018).

3 The study of the relationship between climate and diversification in rainfed agriculture is also a relevant issue in the Northeast, considering that out of the 1.64 million rural establishments that produce temporary crops, 81.2% are family farmers (Castro; Freitas, 2021). Previously, Seo (2010) found that South American farmers, including those in Brazil, prefer mixed cropping systems over specialized ones. This perspective provides additional context for our work.

4 Although there is a wide range of empirical evidence on the effects of climate shocks on agricultural production (e.g., Costa et al. (2021), Kuwayama et al. (2019), Bithal et al. (2019) and Deschênes and Greenstone (2007)); studies that explore the impacts of drought on agricultural land cover and use are still scarce (e.g., Rahman, 2016).

of natural resources, non-agricultural income, the size of the local market, precipitation, access to rural credit, and subsistence farming is directly related to the diversification of temporary crops in northeastern municipalities, while mechanization, land use, temperature, dam construction, and business farming are inversely related. Taken together, these results support the implementation of agricultural diversification policies to promote economic resilience, agrarian sustainability, and the adaptation of local farmers to climate change^{5,6}.

The remainder of the paper is organized as follows. In Section 2, we present the economic model that serves as a theoretical basis for analyzing the determinants and droughts in the diversification of rainfed agriculture. Section 3 presents the data and the econometric strategy. The empirical results are discussed in Section 4, and the conclusions are presented in the final section.

2 THE ECONOMIC MODEL

We expanded an economic model to analyze farmer's land use decisions for planting temporary crops in the context of climate change. The model builds on the theoretical and empirical frameworks of Smale et al. (2001), Benin et al. (2004), Isik (2004), and Rahman (2008, 2016). Our analysis assumes an economic setting where production and consumption take place simultaneously.

The farmer produces a vector Y of agricultural products using a vector of inputs M acquired in the input market. Their production choices are conditioned by the technology available to transform inputs into agricultural products that will be distributed in a consumer market, as well as the allocation of a fixed land area ($T = T^0$). This land is used for planting, given the characteristics of the property (Z). The total production of each farmer i is given by a stochastic quasi-concave production function:

$$Y_i = f(M_{ij1}, \dots, M_{ijk}, \varepsilon | T_i, Z_i), \text{ with } f_{M_k} > 0 \text{ and } f_{MM_k} < 0 \quad (1)$$

where ε is the stochastic variable that indicates a set of random factors that affect the level of agricultural production, including changes in weather conditions. The proportion of each planting area (α_j) among j temporary crops add up to one: $\sum_j^J \alpha_j = 1$, given $j = 1, 2, \dots, J$, with mapping in the production vector. The proportion of the area planted with temporary crops determines the level of agricultural production (Rahman, 2016). The profit of each farm i is given by the following equation:

$$\pi_i(Y, M, p, \omega, \varepsilon | T_i, Z_i) = \sum_{j=1}^J p_j Y_{ij} - \sum_{k=1}^K \omega_k M_{ijk} \quad (2)$$

5 The results obtained in this study add new evidence to the literature investigating the impacts of climate change on agricultural diversification. Previous studies conducted by Rahman (2016), Piedra-Bonilla et al. (2020a), Makate et al. (2022), BIRTHAL and Hazrana (2019), Mulwa and Visser (2020), and Bellon et al. (2020) have also examined this empirical issue in different contexts and regions of the world. However, some studies used cross-sectional data, while others focused on vulnerable regions. For example, Rahman (2016) concluded that precipitation increases agricultural diversification, while temperature variability reduces it in Bangladesh (South Asia). On the other hand, Makate et al. (2022) found that recurring droughts harm agricultural diversification in rural Ethiopia. As in these works, we arrived at conclusions that lead to the recommendation of agricultural diversification as a strategy for adapting to climate change.

6 The results obtained in this study add new evidence to the literature investigating the impacts of climate change on agricultural diversification. Previous studies conducted by Rahman (2016), Piedra-Bonilla et al. (2020a), Makate et al. (2022), BIRTHAL and Hazrana (2019), Mulwa and Visser (2020), and Bellon et al. (2020) have also examined this empirical issue in different contexts and regions of the world. However, some studies used cross-sectional data, while others focused on vulnerable regions. For example, Rahman (2016) concluded that precipitation increases agricultural diversification, while temperature variability reduces it in Bangladesh (South Asia). On the other hand, Makate et al. (2022) found that recurring droughts harm agricultural diversification in rural Ethiopia. As in these works, we arrived at conclusions that lead to the recommendation of agricultural diversification as a strategy for adapting to climate change.

where p is the vector of agricultural product prices and ω is the vector of input prices.

It is assumed that the producer has a von Neumann-Morgenstern utility function, with $U(W)$ defining wealth. As the function is convex, then $U_W > 0$ and $U_{WW} < 0$. Accumulated wealth is given by the initial wealth (W_0) plus the profit (π_i) provided by agricultural production. According to Isik (2004) and Rahman (2016), the producer's objective is to maximize their expected utility function.

$$EU(W_0 + \pi_i(Y, M, p, \omega, \varepsilon | T_i, Z_i)) \quad (3)$$

Where E is the expectation operator defined over ε . The choice variables in Eq. (3) are the levels of inputs employed on the farm (M_{ijk}), characterized by the first-order conditions.

$$\frac{\partial EU}{\partial M_{ijk}} = EU_W (p_j \times f_{M_{ijk}} - \omega_k) = 0 \quad (4)$$

The second-order conditions are satisfied under risk aversion and an quasi-concave production function (Isik, 2004). We can rewrite Eq. (4) as follows:

$$E(p_j \times f_{M_{ijk}} - \omega_k) + \underbrace{\frac{Cov(U_W, f_{M_{ijk}})}{EU_W}}_{\text{Risk Premium}} = 0 \quad (5)$$

where the covariance term is the marginal risk premium. A risk-averse farmer uses more (less) of an input with a negative (positive) marginal risk premium, given that the function is convex. The optimal levels of input and output are:

$$M_{ijk}^* = M_{ijk}^*(p_j, \omega_k, \varepsilon, U | T_i, Z_i) \quad (6)$$

$$Y_{ij}^* = f(M_{ij1}^*, \dots, M_{ijk}^*, \varepsilon | T_i, Z_i) \quad (7)$$

2.1 Determinants of diversification in rainfed agriculture

To identify the factors that influence farmers' choices regarding the planting of temporary crops, we derive the expected utility function, denoted by Eq. (3), following the approach of Benin et al. (2004) and Rahman (2008; 2016):

$$E_i = E[W_0 + \pi_i(Y, M, p, \omega, \varepsilon | T_i, Z_i)] \quad (8)$$

The equivalent income in a single decision-making period involves profits (π_i) from agricultural production and initial wealth orthogonal to agricultural crop choices (W_0), such as agricultural capital assets and other resources transferred from previous periods.

When markets function perfectly, households make agricultural production and consumption decisions separately. In this context, the household seeks to maximize farm profits, subject to technological and budget constraints. This decision-making process – such as crop selection –

can be expressed in a simplified form based on input and output prices, farm characteristics, land size, initial wealth, and the family's socioeconomic profile (Smale et al., 2001; Benin et al., 2004; Rahman, 2016).

$$h_i^* = h_i^*(p_j, \omega_k, Z_i, T_i, W_{oi}, \varepsilon_i) \quad (9)$$

Following Benin et al. (2004) and Rahman (2016), we use Equation (9) as the theoretical foundation for our empirical model. This equation is based on a constrained optimization problem and captures the main factors influencing land use decisions for planting. Given the local focus of this study, we extend the equation by introducing the term Y to explicitly include additional variables such as market access, infrastructure, rural credit, natural resources, and municipal characteristics. The error term ε_i accounts for random influences like temperature and rainfall variability. In the Northeast region, producers and rural households' factor in the risk of drought when making production and consumption decisions. We treat droughts as random climate-related events and evaluate their impact on dryland agricultural diversification (El-Beltagy; Madkour, 2012). Our main assumption is that farmers' combined decisions – shaped by various influencing factors – reflect the local allocation of land for temporary crops in each period, as represented by the following equation:

$$S_{lt} = S_{lt} \left(\alpha_{ijt}^* (p_{lt}, \omega_{klt}, Z_{lt}, T_{lt}, W_{olt}, Y_{lt}, \varepsilon_{lt}) \right), \text{ with } t = 2000, \dots, 2019 \text{ and } l = 1, \dots, 1794 \quad (10)$$

where S_{lt} represents the diversification index defined by the plot of land allocated for planting temporary crops (α_{ijt}^* , $j = 0, 1, \dots, 33$) for l municipalities and t years. Moreover, this is also a measure of productivity, as farmers can increase output through agricultural specialization and diversification (Rahman, 2016).

3 DATA AND ECONOMETRIC STRATEGY

3.1 Data

Our empirical analysis is based on balanced panel data from 1,794 municipalities in Northeast Brazil, spanning 2000 to 2019. The dataset includes information on agricultural production, weather, natural resources, rural credit, water infrastructure, and sociodemographic conditions.

To evaluate the impact of drought on agricultural diversification, we used data from the *Produção Agrícola Municipal* (PAM) survey, which reports municipal-level information on the planted area of 33 temporary crops. From this, we calculated indicators of diversification in rainfed agriculture and created a variable to classify whether each municipality primarily grows business crops (corn) or subsistence crops (beans). Since soy was cultivated in only 2.2% of municipalities in the early 2000s, it was excluded from the business agriculture analysis. However, it's important to note the growing adoption of soy-corn double cropping systems in Brazil (Abrahão; Costa, 2018). These classification variables also reflect the influence of market demand on crop choices (Piedra-Bonilla et al., 2020).

We use weather data from the ERA5-Land database (ECMWF), which provides monthly temperature and precipitation records at a 9 km resolution from 1980 to 2019. These variables are used to calculate a drought index and measures of climate variability. Climate variability is me-

asured by deviations in precipitation and temperature from long-term averages, capturing both drought and humidity conditions. The drought index calculation is detailed later.

Data on agricultural production factors were obtained from the 2006 and 2017 Agricultural Censuses. These include the number of tractors, family and non-family farmers, and the area of irrigated land. To account for changes over time, we weighted these factors by the area planted with temporary crops in each municipality. Irrigated land was weighted by the municipality's total area.

We sourced data on gross income, population, regional location, and land area from the *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística* (IBGE). From these, we calculated nonagricultural average income, population density, and agricultural land use. Data on rural credit stock came from the *Banco Central do Brasil* (BCB), which we used to create a variable for access to rural credit (Parré; Chagas, 2022). The *Secretaria do Tesouro Nacional* (STN) provided data on municipal agricultural spending, used to build a rural investment variable. Both rural credit and agricultural spending were weighted by the gross value of municipal production. All monetary values were adjusted to 2000 using the IGP-DI index.

We also included variables on natural resources and water infrastructure. Data from *Mapbias Brasil* were used to calculate forest and surface water coverage rates for each municipality. Information on water infrastructure comes from the *Portal da Transparência* (CGU), which reports municipalities with at least one completed contract for dam or weir construction, expansion, or implementation during the study period. This variable is binary, set to one if the municipality received such a project. Detailed variable descriptions and descriptive statistics are available in the [Appendix](#) (Tables A1–A3).

3.1.1 Agricultural diversification

To examine diversification in rainfed agriculture, we calculated the Simpson Diversity Index (S), which evaluates the contribution of each area planted with temporary crops to total cropland (Simpson, 1949). This index provides an indication of the spatial dispersion of temporary crop cultivation within a locality and can be derived as follows:

$$S_{lt} = 1 - \sum_{j=0}^{33} \alpha_{ljt}^2, \quad 0 \leq S_{lt} \leq 1, \quad \text{with } t = 2000, \dots, 2019 \text{ and } l = 1, \dots, 1794 \quad (11)$$

where S_{lt} is the Simpson Diversity Index (S) of rainfed agriculture for the municipalities (l) and year (t). α_{ljt} is the proportion of area planted with j temporary crops in the municipality (l) and year (t). A value of 0 represents perfect specialization, while a value of 1 denotes perfect diversification in municipal agriculture. Next, we calculated the untruncated version of the indicator: $MS_{lt} = \ln[1/(1 - S_{lt})]$. The modified index is the dependent variable in the empirical model.

As a measure of robustness, we also calculated the Shannon index (H) and the Effective Number of temporary crops planted (N) in each municipality. The indicators carry the structure of the Simpson index (S), that is, the proportion of the area planted with temporary crops (α_{ljt}). The Shannon index considers both the abundance and wealth, and uniformity of agricultural crops present in each municipality. In general, the index ranges from 1.5 to 3.5 (Parré; Chagas, 2022). The Shannon index is calculated as follows:

$$H' = - \sum_{i=1}^n \alpha_{ijt} \ln(\alpha_{ijt}), \quad \text{with } H' \geq 0 \quad (12)$$

The Effective Number (N) is an agricultural diversification indicator derived from the Shannon index. The indicator informs the number of temporary crops that dominate rainfed agricultural production in each municipality in the Northeast Brazil. The calculation of the indicator is carried out as follows (Aguilar et al., 2015):

$$N' = \exp^{H'}, \text{ with } N' \geq 0 \quad (13)$$

3.1.2 Standardized Drought Index

To measure extreme events, we calculate the Standardized Drought Index (SDI) using monthly precipitation and temperature data for Northeast Brazil from 1980 to 2019. The SDI combines above-normal temperatures and below-normal precipitation, capturing both heat and dryness to reflect drought severity (Yu; Babcock, 2010). The index is calculated using the following formula:

$$SDI_{lt} = \{-\min(0, TRD_{lt}^{sd}) \times \max(0, MTD_{lt}^{sd})\} \quad (14)$$

where SDI_{lt} is the standardized drought index for the municipality (l) and year (t). TRD_{lt}^{sd} is the normalized deviation of seasonal precipitation relative to your normal value. MTD_{lt}^{sd} is the normalized deviation of seasonal temperature relative to your normal value. To make the index comparable across municipalities over time, the index is standardized. The statistical nature of this index gives it historical context and, because it is spatially consistent, allows comparisons between municipalities with markedly different climates.

3.2 ECONOMETRIC STRATEGY

3.2.1 Identifying determinants of agricultural diversification

Our econometric strategy first identifies the key factors driving diversification in rainfed agriculture. This exploratory analysis uncovers what promotes or limits agricultural diversification in Northeast Brazil, providing essential insights for policies and programs that support sustainable farming and climate resilience in municipalities. To do this, we use the following empirical model:

$$MS_{lt} = \alpha + X'_{lt}\Gamma + FE_l + FE_t + \xi_{lt}, \quad \text{with } t = 2000, \dots, 2019, \quad l = 1, \dots, 1794 \text{ and } u = 1, \dots, 9 \quad (15)$$

where MS_{lt} is the Modified Simpson's diversification index for the municipality (l), state (u), and year (t), while X_{lt} is a vector of covariates: agricultural inputs, climatic conditions, natural resources, water infrastructure, type of cultivation, rural credit, rural investment, and characteristics of the municipality, such as market size (population density), average income non-rural, and land use with temporary crops. The municipality fixed effects (FE_l) control for observable and unobservable time-invariant characteristics that influence agricultural planting decisions. Year fixed effects (FE_t) control shocks common to all municipalities in the region. The term Γ is a vector of parameters, and ξ_{lt} is the clustered error term at the local level.

We use the quantile regression via moments method proposed by Machado and Silva (2019), with fixed effects for municipalities and years, to examine how covariates affect agricultural di-

versification. The results from this method are consistent with those obtained using bidirectional fixed effects (Miao et al., 2022). We estimate the covariate effects locally, as well as at the 0.25 and 0.75 quantiles, to capture differences between municipalities with low and high levels of agricultural diversification.

3.2.2 Estimation the effect of drought on agricultural diversification

A natural experiment is essential to identify the causal effect of droughts on agricultural diversification. It allows us to construct a counterfactual-what would have happened in the absence of drought. To measure the impact of extreme events, we use a drought index based on the product of precipitation and temperature anomalies. This index provides exogenous variation, unrelated to farmers' decisions to plant temporary crops. Droughts serve as an ideal natural experiment because their timing, intensity, and duration are unpredictable. As a result, we can compare diversification levels across municipalities and isolate the causal effect of droughts without concerns about selection bias (Deschênes; Greenstone, 2007; Dell et al., 2014).

In this context, no other factors are expected to affect the relationship between droughts and agricultural diversification. If municipal-level diversification reflects the combined planting decisions of individual farmers – and based on the theoretical model – we estimate the causal effects using the following empirical equation:

$$MS_{it} = \alpha + \sum_{k=0}^2 SDI_{t-k} \beta_k + X'_{it} \Gamma + FE_i + FE_s \times FE_t + \xi_{it} \quad (16)$$

where the drought index is denoted by SDI_{t-k} is our main measure of climate shocks at time $t - k$, with $k \in \{0, 1, 2\}$, whose lags are calculated from 1998⁷. The coefficients β_k capture the contemporaneous and lagged effects of drought on agricultural diversification (MS_{it}). The sum of the coefficients of interest ($\sum_{k=0}^2 SDI_{t-k} \beta_k$) captures the contemporary and lagged effects of droughts on agricultural diversification. The lagged terms offer two direct advantages. First, they allow for accounting for the correlation of drought by discerning the possibility of temporal displacement of effects, resulting in one best estimation of the impact of contemporary shocks. Second, they enable the identification of the persistence of effects over the ongoing period. If weather effects are persistent, then the linear combination of contemporary and lagged coefficients (sum) must not be equal to zero. X'_{it} is a vector of control variables, such as agricultural inputs and municipal characteristics. In addition to the municipality fixed effects (FE_i), we also include a state and year fixed effects interaction ($FE_s \times FE_t$) to control for common shocks that affect municipalities belonging to the same state.

The impact of droughts depends on their severity, duration, and the level of agricultural diversification (Seo, 2010). To test this, we use a quantile regression model to analyze how drought affects agricultural diversification across different levels in municipalities of Northeast Brazil.

4 RESULTS

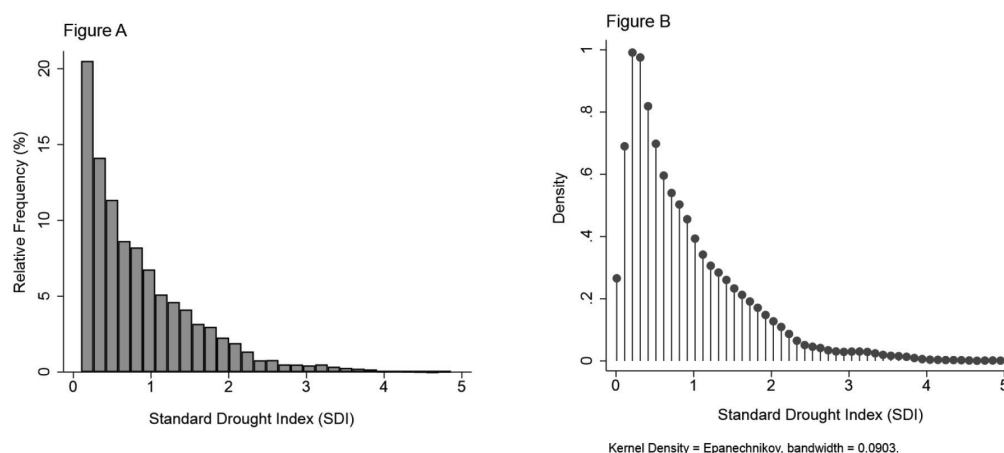
4.1 Drought events and diversification in rainfed agriculture

Figure 1 shows the distribution of the Standardized Drought Index (SDI) for Northeast Brazil from 2000 to 2019. The index ranges from 0 to 5, but we include only values above 0.1, following Yu and Babcock (2010). Values near 0.1 reflect normal precipitation and above-average tempera-

7 In the [Appendix C](#), we present the results of the nonlinear effects of drought on agricultural diversification.

tures, indicating typical climate conditions. As shown, the SDI is concentrated near its lower limit, suggesting that most droughts in the period were of low or moderate intensity. Severe or extreme droughts ($SDI > 1$) were less frequent, as indicated by the kernel density.

Figure 1 – Frequency distribution and kernel density of the drought index



Notes: Relative frequency and kernel density considering the values of $SDI > 0.1$.

Table 1 shows the distribution of the SDI, the temperature and precipitation deviations used in its calculation, and the number of drought events by intensity for the periods 2000–2010 and 2010–2019. It also reports the average diversification indices in rainfed agriculture for each drought intensity level. Most droughts in Northeast Brazil between 2000 and 2010 were classified as mild (25.93%) or moderate (11.14%), while only 3% were extremely intense. On average, droughts were less severe during this decade, with a mean SDI of 0.532. Municipalities facing severe or extreme droughts showed greater agricultural diversification, cultivating an average of 3.3 temporary crops per year. In contrast, those affected by mild or moderate droughts had lower Simpson, Shannon, and Effective Number indices. Overall, the data suggest that more intense droughts are associated with higher levels of diversification in rainfed agriculture.

Table 1 – Distribution of the Standardized Drought Index (SDI) for Northeast Brazil

Severity level		SDI		Standardized deviation				Agricultural diversification			Drought Events	
				Min (TRD)		Max (MTD)		S	H	N		
Intensity	Scale	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	Mean	Mean	N	%
Period 2000-2010												
Almost normal	SDI ≤ 0.1	0.005	0.017	0.087	0.197	0.104	0.230	0.540	1.001	2.895		
Light drought	SDI > 0.1 e SDI ≤ 0.5	0.267	0.114	0.499	0.237	0.590	0.227	0.547	1.006	2.911	2853	59.95
Moderate drought	SDI > 0.5 e SDI ≤ 1.0	0.723	0.147	0.785	0.195	0.957	0.227	0.545	1.008	2.902	1234	25.93
Severe drought	SDI > 1.0 e SDI ≤ 1.5	1.194	0.136	1.062	0.277	1.193	0.295	0.583	1.094	3.137	530	11.14
Extreme drought	SDI > 1.5	1.734	0.195	1.119	0.227	1.600	0.297	0.623	1.163	3.303	142	2.98
Mean	SDI> 0.1	0.532	0.400	0.654	0.312	0.783	0.354	0.553	1.021	2.946	4759	100
Period 2010-2019												
Almost normal	SDI ≤ 0.1	0.008	0.022	0.213	0.422	0.277	0.376	0.506	0.921	2.705		
Light drought	SDI > 0.1 e SDI ≤ 0.5	0.280	0.117	0.521	0.344	0.689	0.370	0.506	0.912	2.663	3276	32.15
Moderate drought	SDI > 0.5 e SDI ≤ 1.0	0.741	0.141	0.793	0.309	1.042	0.357	0.520	0.932	2.711	2752	27.01
Severe drought	SDI > 1.0 e SDI ≤ 1.5	1.243	0.147	1.011	0.290	1.314	0.351	0.511	0.919	2.687	1816	17.82
Extreme drought	SDI > 1.5	2.171	0.622	1.345	0.309	1.648	0.394	0.514	0.949	2.772	2345	23.02
Mean	SDI> 0.1	1.012	0.783	0.871	0.444	1.116	0.518	0.512	0.927	2.705	10189	100

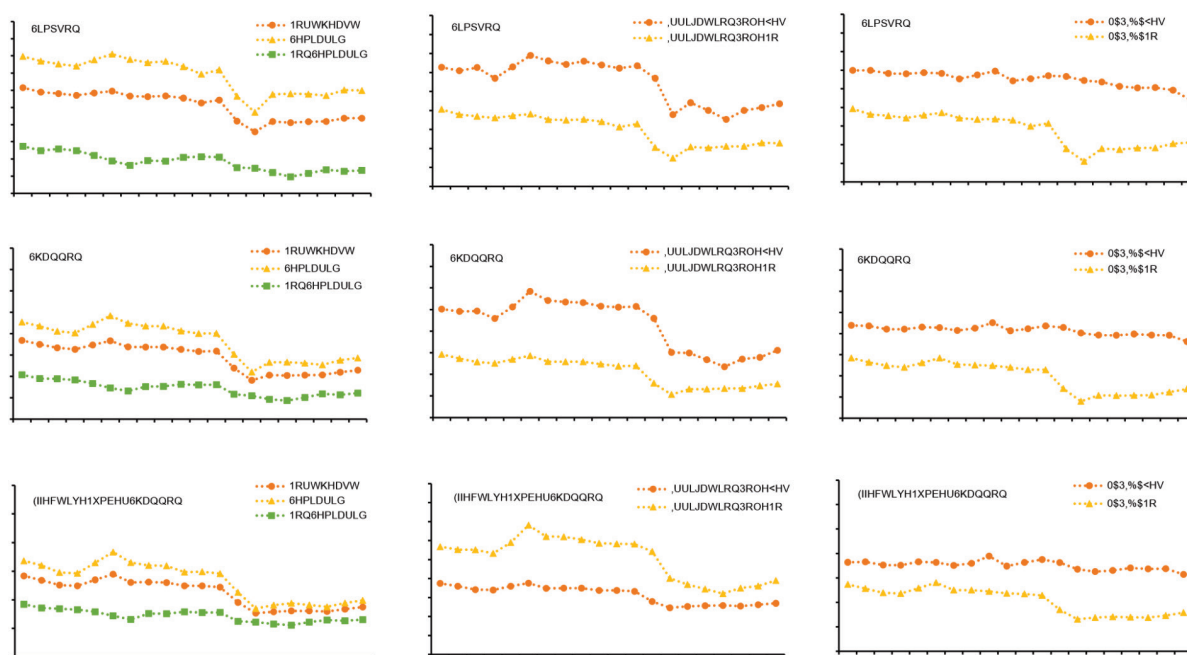
Notes: Standardized Drought Index (SDI) and standardized deviations for precipitation (TRD) and temperature (MTD). Indices of diversification in rainfed agriculture: Simpson (S), Shannon (H), and Effective Number (N). The intensity scale used is based on the scale developed by BIRTHAL et al. (2015) and YU and BABCOCK (2010) to determine drought intensity in India and the United States.

Between 2010 and 2019, Northeast Brazil faced its most severe drought in a century, with a sharp rise in moderate (27.01%), severe (17.82%), and extreme (23.02%) drought events. Compared to the previous decade, severe and extreme events increased significantly, and the average SDI nearly doubled to 1.012. At the same time, the Simpson and Shannon diversity indices fell by 7.4% and 9.2%, respectively. The average number of temporary crops in municipalities hit by extreme droughts dropped to 2.7. While these areas still showed relatively high diversification, the data point to a clear decline in crop diversity due to drought. This trend toward specialization threatens the long-term sustainability of the agricultural sector.

Figure 2 shows the evolution of rainfed agriculture diversification indices in Northeast Brazil from 2000 to 2019. The Simpson and Shannon indices rose steadily until 2010 but have declined since then across both semi-arid and non-semi-arid areas. Even in the MAPIBA region (Maranhão, Piauí, and Bahia)-the region's new agricultural frontier-diversification has fallen. Despite the area's prominence in recent decades for its expanding grain production, driven by low land costs and corporate investment in agricultural technology, recurring droughts have also taken a toll.

Initial evidence points to a decline in agricultural diversification linked to the severe droughts since 2012. Between 2000 and 2019, diversification fell by about 8% according to the Simpson index, 10% by the Shannon index, and 9% by the Effective Number index. The Simpson index shows a decrease of 8.25% in the semi-arid region and 7.5% in the non-semi-arid region. In the MAPIBA area, diversification dropped by 6.7%, compared to 8.2% in non-MAPIBA areas. On average, agricultural diversification declined at a rate of 0.46% per year in the region, with annual reductions of 0.48% in the semi-arid zone and 0.42% in the non-semi-arid zone. The MAPIBA region saw an average yearly drop of 0.36%, while non-MAPIBA areas declined by 0.43% per year. Between 2000 and 2019, the effective number of temporary crops planted in the Northeast dropped from 2.9 to 2.6, reflecting similar declines in semi-arid areas (3.1 to 2.7) and non-semi-arid areas (2.7 to 2.5). This reduction in agricultural diversification also affects municipalities with publicly irrigated lands, where the Simpson and Shannon indices decrease annually by 0.4% and 0.63%, respectively. The number of temporary crops in irrigation hubs follows the same downward trend. The only exception is the MAPIBA area, where the average of three temporary crops has remained stable.

Figure 2 – Diversification of rainfed agriculture in Northeast Brazil, 2000-2019



Over the past two decades, the area for temporary crops in Northeast Brazil has changed significantly. Commercial crops like soybeans rose from 9.2% to 35.6%, and corn slightly increased from 28.4% to 26.9% of the planted area. Meanwhile, subsistence crops declined sharply: beans fell from 26.4% to 14.4%, and cassava from 8.2% to 4.1%. This shift toward commercial crops results from expanded grain cultivation in pasture and native vegetation areas and changes in the national agricultural export agenda. The drop in subsistence crops reflects the growth of commercial crops, shifting market demand, and frequent crop failures due to climate variability (Figure 3). However, this should not be seen as a simple replacement of subsistence crops by commercial ones, but rather as commercial crops increasingly dominating the total planted area. This concentration raises the risk of productivity and income losses, especially as climate change worsens droughts in the region.

Recent studies by Parré and Chagas (2022) and Piedra-Bonilla et al. (2020b) show a clear trend toward agricultural specialization across Brazil. This shift involves adopting cost-cutting technologies to meet rising demand for affordable food (Roest et al., 2018). However, the decline in agricultural diversification in the Northeast goes beyond economic and technological factors. Intense, recurring droughts create water shortages and lower crop yields, making it hard for farmers to maintain diverse crops sustainably (Makate et al., 2022; Marengo et al., 2020).

Figure 3 – Proportion of area planted with temporary crops in Northeast Brazil

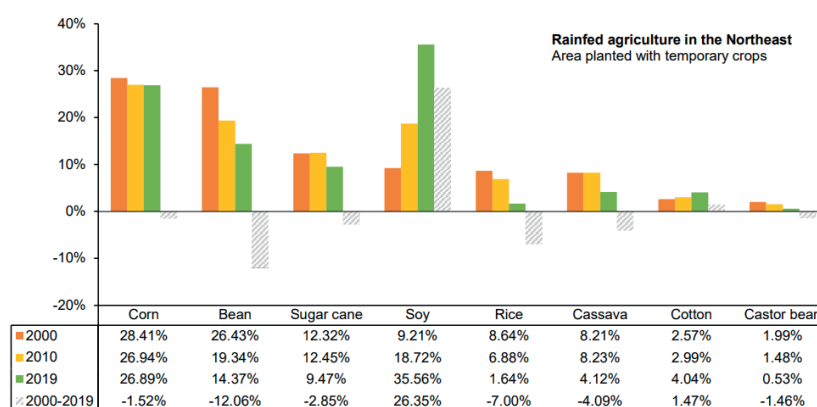


Figure 4 – Diversification of rainfed agriculture in the states of Northeast Brazil

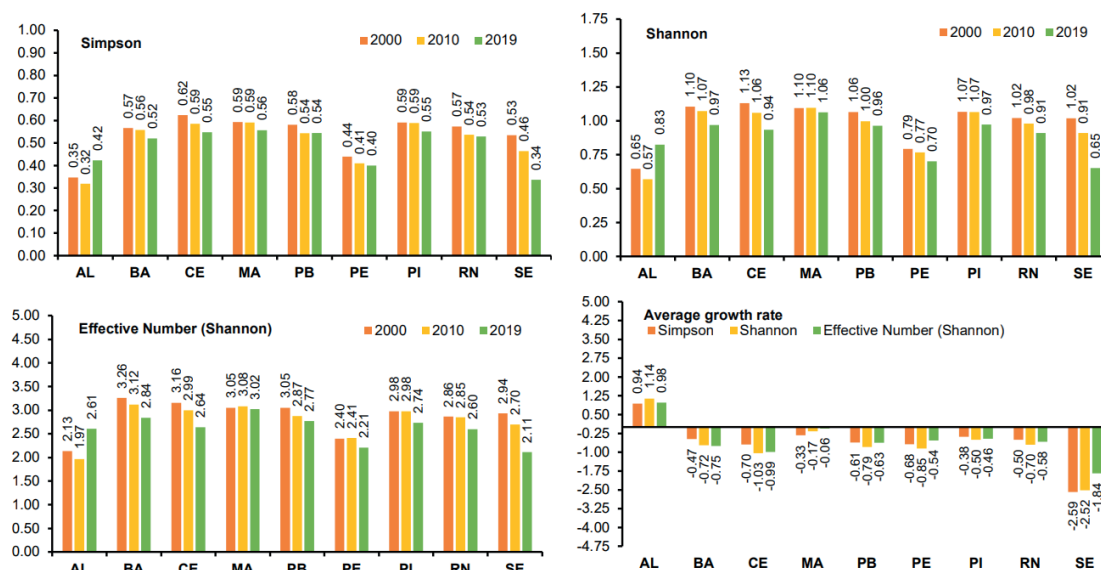
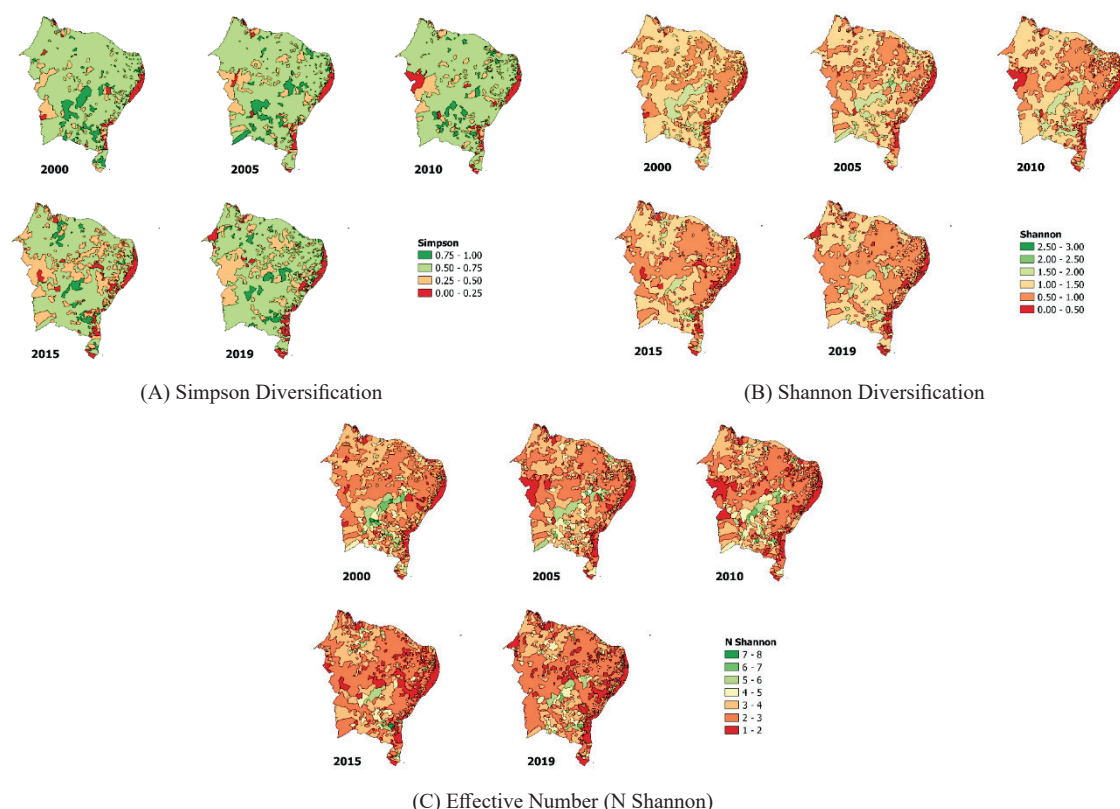


Figure 4 shows agricultural diversification in Northeast Brazil for 2000, 2010, and 2019. Except for Alagoas, which grew by 1% annually, all other states saw declines. Sergipe dropped 2.6% per year, while the rest fell between 0.3% and 1% annually. Maranhão stands out as the only state maintaining an average of three temporary crops per year; the others dropped to two.

Figure 5 shows the evolution of agricultural diversification from 2000 to 2019, with a five-year interval, using a color scheme where green indicates high agricultural diversification and red represents low diversification. The spatial distribution of the Simpson and Shannon indices reveals a trend of decreasing agricultural diversification in municipalities located in the central area of the Northeast region. This decline can likely be attributed to persistent water deficits and limited availability of natural resources. Consequently, this change in land cover increases the region's vulnerability to desertification and drought (Marengo et al., 2020).

Figure 5 – Spatial distribution of agricultural diversification in Northeast Brazil



Notes: Simpson's index: highly diversified (1-0.75), diversified (0.75-0.50), specialized (0.50-0.25), and highly specialized (0.25-0).

Between 2000 and 2019, the Simpson index shows a drop in highly diversified municipalities from 5% to 4%, and diversified ones from 74% to 60%. Meanwhile, specialized municipalities rose from 13% to 24%, and highly specialized from 8% to 12%. In the semi-arid region, highly diversified municipalities fell from 6% to 4%, diversified from 83% to 68%, while specialized and highly specialized municipalities grew from 11% to 25% and 1% to 3%, respectively.⁸

The descriptive analysis aligns with studies worldwide. Aguilar et al. (2015) observed a decline in U.S. agricultural diversification driven by climate change, resource limits, and technological shifts, while regions that increased diversification adopted direct planting and crop rotation. Similarly, Makate et al. (2022) showed that drought shocks hindered diversification as a climate adaptation strategy in Ethiopia. Han and Lin (2021) reported mixed trends in China's regional agricultural diversification due to cyclical changes.

⁸ See the distribution of municipalities by level of agricultural diversification in the [Appendix](#) (Figure B1).

4.2 Analysis of the determinants of diversification in rainfed agriculture

Table 2 shows the results of the quantile regression model with fixed effects for municipality and year, applied to agricultural diversification indices. The Shannon and Effective Number indices confirm the robustness of the Simpson index results. The quantiles capture heterogeneous effects by examining covariate correlations at both low and high levels of agricultural diversification. These findings align with those from the bidirectional fixed effects model.

Precipitation boosts agricultural diversification measured by the Simpson and Shannon indices, while high temperatures reduce it – especially at the highest quantile. Elevated temperatures cause soil moisture deficits and water stress, lowering diversification at the municipal level. This significant effect matches Rahman's (2016) findings that year-round rainfall increases diversification in Bangladesh, whereas high temperatures decrease it.

Rainfall and temperature deviations (climate variability) are positively linked to agricultural diversification (Simpson and Shannon), especially in the lowest quantile. This shows that diversification in Northeast Brazil's municipalities increases with climate variability. Our findings align with Piedra-Bonilla et al. (2020a), who reported that irregular rainfall and temperatures boost diversification in Brazilian municipalities. However, their cross-sectional study, which combined temporary and permanent crops, could not separate effects by crop type. In short, climate variability drives diversification in rainfed cropping systems. Policymakers and practitioners aiming for sustainable agriculture in vulnerable regions should consider these impacts (Asfaw et al., 2018).

Lower levels of agricultural diversification are associated with greater land use and higher physical capital (Roest et al., 2018). The adoption of new technologies and mechanization tends to drive specialization. Physical capital has a significant impact only at low and medium diversification levels, while land use influences all levels. These findings are consistent with Anwer et al. (2019) and Birthal et al. (2020) for India, and Rahman (2008; 2016) for Bangladesh.

Family farmers drive diversification in dryland agriculture, boosting income, food security, and sustainability. In Northeast Brazil, rural families play a key role in food production for both local consumption and distribution. In contrast, non-family labor has mixed effects—reducing diversification at lower quantiles but increasing it at higher ones. Overall, the workforce is essential for enhancing productivity and agricultural diversity (Bellon et al., 2020; Herrera et al., 2018).

Irrigated land has no significant impact on agricultural diversification in the Northeast, a finding also reported by Rahman (2016) for Bangladesh. In contrast, diversification is positively linked to non-agricultural income, population density (as a proxy for market size), and rural credit. Higher income and larger markets drive diversification by increasing food demand. However, market size significantly affects only the effective number of crops. Similar patterns were found by Anwer et al. (2019) in India and Parré and Chagas (2022) in Brazil.

Rural credit significantly supports agricultural diversification across all quantiles. Investment credit enables the expansion of diversified systems, benefiting Northeast agriculture by reducing climate risks, production costs, greenhouse gas emissions, pests, and aiding soil conservation. This strategy should be combined with the cultivation of drought-tolerant crops and the adoption of environmentally sustainable practices (Piedra-Bonilla et al., 2020a).

Rural credit significantly supports agricultural diversification across all quantiles. Investment credit enables the expansion of diversified systems, benefiting Northeast agriculture by reducing climate risks, production costs, greenhouse gas emissions, pests, and aiding soil conservation. This strategy should be combined with the cultivation of drought-tolerant crops and the adoption of environmentally sustainable practices (Piedra-Bonilla et al., 2020a; Herrera et al., 2018).

Table 2 – Quantile regression via moments for determinants of diversification in rainfed agriculture

	Modified Simpson			Shannon			Effective Number		
	0.25	Local	0.75	0.25	Local	0.75	0.25	Local	0.75
Land use (soil)	-0.171*** [0.0280]	-0.140*** [0.0294]	-0.110*** [0.0343]	-0.216*** [0.0314]	-0.189*** [0.0305]	-0.164*** [0.0337]	-0.790*** [0.105]	-0.678*** [0.115]	-0.574*** [0.138]
Capital (tractors)	-0.0263*** [0.00403]	-0.00970** [0.00396]	0.00619 [0.00449]	-0.0409*** [0.00455]	-0.0226*** [0.00387]	-0.00554 [0.00388]	-0.101*** [0.0148]	-0.0371** [0.0153]	0.0233 [0.0180]
Family work	0.0229*** [0.00410]	0.0187*** [0.00362]	0.0147*** [0.00385]	0.0345*** [0.00503]	0.0257*** [0.00393]	0.0174*** [0.00365]	0.0789*** [0.0150]	0.0635*** [0.0138]	0.0491*** [0.0153]
Non-family work	-0.00536 [0.00337]	0.00147 [0.00325]	0.00802** [0.00378]	-0.00926*** [0.00350]	-0.0016 [0.00303]	0.00558* [0.00315]	-0.0167 [0.0123]	0.0102 [0.0124]	0.0355** [0.0148]
Irrigated area	0.00391 [0.00258]	0.00327 [0.00255]	0.00266 [0.00300]	0.00374 [0.00283]	0.00293 [0.00252]	0.00216 [0.00272]	0.013 [0.00927]	0.0153 [0.00989]	0.0174 [0.0122]
Rainfall	0.102*** [0.0173]	0.0836*** [0.0154]	0.0656*** [0.0160]	0.0831*** [0.0177]	0.0666*** [0.0138]	0.0510*** [0.0123]	0.360*** [0.0670]	0.337*** [0.0617]	0.316*** [0.0666]
Rainfall deviation	0.0114*** [0.00404]	0.00776** [0.00359]	0.00429 [0.00383]	0.00645 [0.00404]	0.00453 [0.00320]	0.00272 [0.00299]	0.0343** [0.0153]	0.0342** [0.0142]	0.0340** [0.0157]
Temperature	-0.221 [0.404]	-0.941** [0.378]	-1.632*** [0.419]	0.207 [0.361]	-0.356 [0.313]	-0.885*** [0.324]	-2.576* [1.549]	-4.992*** [1.494]	-7.259*** [1.698]
Temperature deviation	0.0143** [0.00687]	0.0272*** [0.00645]	0.0395*** [0.00725]	0.00575 [0.00625]	0.0166*** [0.00542]	0.0268*** [0.00567]	0.0792*** [0.0262]	0.130*** [0.0254]	0.177*** [0.0295]
Rural credit	0.00213** [0.00108]	0.00268** [0.00105]	0.00320*** [0.00120]	0.00266*** [0.000980]	0.00272*** [0.000863]	0.00277*** [0.000905]	0.00962** [0.00408]	0.0121*** [0.00417]	0.0145*** [0.00493]
Average income	0.0105 [0.00954]	0.0154* [0.00914]	0.0201** [0.00975]	0.0193** [0.00921]	0.0182** [0.00780]	0.0171** [0.00748]	0.051 [0.0361]	0.0780** [0.0355]	0.103*** [0.0393]
Market size (Density)	0.00949 [0.0297]	0.0271 [0.0280]	0.044 [0.0297]	0.0233 [0.0306]	0.0241 [0.0258]	0.0248 [0.0243]	0.0491 [0.119]	0.156 [0.118]	0.257** [0.129]
Rural investment	0.000814 [0.000882]	0.000213 [0.000847]	-0.000363 [0.000972]	0.000826 [0.000870]	0.00045 [0.000740]	0.0000977 [0.000768]	0.00315 [0.00336]	0.00131 [0.00336]	-0.000417 [0.00395]
Forest coverage	0.0201* [0.0111]	0.0164 [0.0104]	0.0129 [0.0114]	0.0164 [0.0104]	0.0145 [0.00893]	0.0126 [0.00903]	0.0752* [0.0420]	0.0607 [0.0417]	0.0471 [0.0475]
Water resource	-0.0001 [0.00201]	0.00362* [0.00196]	0.00716*** [0.00215]	0.00350* [0.00186]	0.00540*** [0.00158]	0.00717*** [0.00157]	0.007 [0.00770]	0.0199** [0.00778]	0.0320*** [0.00874]
Weir	0.0143 [0.0131]	0.00039 [0.0131]	-0.0129 [0.0150]	0.0145 [0.00977]	0.00687 [0.00880]	-0.000249 [0.00943]	0.0576 [0.0532]	0.0115 [0.0602]	-0.0317 [0.0738]
Dam	-0.0305* [0.0179]	-0.0316* [0.0171]	-0.0327* [0.0177]	-0.0142 [0.0127]	-0.0142 [0.0110]	-0.0143 [0.0103]	-0.112 [0.0738]	-0.126 [0.0780]	-0.14 [0.0869]
Commercial cultivation (corn)	0.0324*** [0.00555]	0.00275 [0.00507]	-0.0257*** [0.00539]	0.0387*** [0.00493]	0.0142*** [0.00392]	-0.00889** [0.00353]	-0.0117 [0.0201]	-0.0975*** [0.0195]	-0.178*** [0.0215]
Subsistence cultivation (beans)	0.114*** [0.00630]	0.0753*** [0.00601]	0.0379*** [0.00668]	0.0908*** [0.00564]	0.0569*** [0.00461]	0.0252*** [0.00450]	0.247*** [0.0226]	0.135*** [0.0226]	0.0299 [0.0260]

Notes: Dependent variable is an index of agricultural diversification in natural logarithm. Result of quantile regression with moments estimator and fixed effects of municipalities and year. The local result corresponds to the standard estimation with bidirectional fixed effects. The statistical multicollinearity test (VIF) yielded an average value of 1.92 for each model. Invariant variables such as labor, tractors, and irrigated area are weighted by temporary crop areas to vary over time. Corn and bean cultivation are binary variables that take the value of one if the municipality has a cultivation area above the mean within the regional cultivation area. In brackets are the grouped standard errors at the local level, robust to heteroscedasticity and autocorrelation. Significant *** 1%, ** 5%, and * 10%.

Water availability is positively linked to greater agricultural diversification, while the presence of infrastructure like dams shows a negative correlation. Supporting water conservation is essential, as it promotes sustainable agricultural practices and reduces climate-related risks. In contrast, building dams tends to discourage diversification as a strategy for managing agricultural risk (Marengo et al., 2022; Birthal; Hazrana, 2019).

Land use focused on commercial crops like corn is linked to lower agricultural diversification (Shannon and Effective Number). In contrast, bean cultivation boosts diversification, showing that subsistence farming promotes more diverse agricultural systems in municipalities (Rost et al., 2018).

4.3 Effects of drought on diversification of rainfed agriculture

Table 3 – Effects of drought on diversification of rainfed agriculture

	Modified Simpson		Shannon		Effective Number	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
SDI, t	-0.0131*** [0.00320]	-0.0124*** [0.00320]	-0.0145*** [0.00288]	-0.0129*** [0.00286]	-0.0613*** [0.0121]	-0.0581*** [0.0121]
SDI, t-1	-0.0170*** [0.00338]	-0.0177*** [0.00331]	-0.0167*** [0.00307]	-0.0166*** [0.00296]	-0.0823*** [0.0127]	-0.0849*** [0.0124]
SDI, t-2	-0.00593** [0.00280]	-0.00522* [0.00280]	-0.00470** [0.00236]	-0.00352 [0.00236]	-0.0419*** [0.0111]	-0.0380*** [0.0110]
Sum (SDI)	-0.0361*** [0.00764]	-0.0353*** [0.00758]	-0.0359*** [0.0068]	-0.0330*** [0.0067]	-0.186*** [0.0299]	-0.181*** [0.0296]
Var. dependent (mean)	1.200	1.200	0.654	0.654	2.808	2.808
SD within (SDI, t)	0.609	0.609	0.609	0.609	0.609	0.609
R-sq	0.077	0.095	0.124	0.156	0.102	0.122
Test F (3, 1793)	9.17***	9.88***	11.88***	11.80***	14.54***	15.72***
N	35,880	35,880	35,880	35,880	35,880	35,880
Fixed effect: municipal	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Fixed effect: state x year	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Basic controls	No	Yes	No	Yes	No	Yes

Notes: Dependent variable is an index of agricultural diversification in natural logarithm. In brackets are the grouped standard errors at the local level, robust to heteroscedasticity and autocorrelation. Significant *** 1%, ** 5%, and * 10%.

Table 3 shows the effects of drought on diversification in rainfed agriculture, both with and without controls. The F-statistics are significant at the 1% level across all models, confirming that the contemporaneous and lagged coefficients of the Standardized Drought Index (SDI) are jointly significant. Controlling for agricultural inputs and municipal characteristics unrelated to drought does not affect the results, which remain robust and statistically significant for all diversification indicators – Simpson, Shannon, and Effective Number. The inclusion of these covariates does not significantly alter the coefficients or standard errors, suggesting that the SDI behaves like a random variable across municipalities in the Northeast.

Model analysis with controls shows that cumulative drought reduces diversification of temporary crop areas by 3% (Simpson), 5.5% (Shannon), and 6.5% (Effective Number) compared to the unconditional average. This indicates that ongoing drought—caused by combined rainfall and temperature variations—significantly lowers municipal agricultural diversification in terms of quantity, abundance, and equity. Specifically, a one standard deviation increase in the current drought index decreases diversification by 0.75% (Simpson), 0.79% (Shannon), and 3.54% (Effective Number) (Table 4). These results are consistent with Costa et al. (2021), which found that temporary crop production in Brazil's semiarid region is highly vulnerable to drought shocks.

Quantile regression results (Table 4) show that drought impacts agricultural diversification unevenly, hitting areas with low diversification hardest. Municipalities with less diversified temporary crops are less resilient to drought, while those with higher diversification are more resistant. This supports the idea that diversification is a key strategy for managing climate risks in rainfed agriculture (Birthal; Hazrana, 2019).

A one-standard-deviation rise in the current drought index reduces Simpson's diversification index by 1.2% at the 0.1 quantile and 0.3% at the 0.9 quantile. The Shannon index shows a similar pattern, with drought lowering diversification by 1.5% at the 0.1 quantile and 0.1% at the 0.9 quantile. However, the drought impact at the 0.9 quantile is statistically insignificant for both indices. Effects on the Effective Number of temporary crops follow the same trend. These findings align with Seo (2010), who reported that diversified cropping systems suffer less climate damage than specialized ones in hot, dry conditions – though both are negatively affected by climate shocks.

A one-standard-deviation increase in contemporary drought reduces agricultural diversification by 0.8% in both Simpson and Shannon indices and by 3.5% in the Effective Number. Higher diversification levels lessen the immediate and one-year lagged drought impacts. However, when drought lasts over a year, its negative effect grows. After two years, drought damages increase even in highly diversified areas, likely because managing multiple crops becomes harder during prolonged dry spells (Seo, 2010).

Table 4 – Effects of drought on diversification of rainfed agriculture

	Quantiles of agricultural diversification									
	0.1		0.25		Local		0.75		0.9	
	Quantile	Impact	Quantile	Impact	Quantile	Impact	Quantile	Impact	Quantile	Impact
Modified Simpson										
SDI, t	-0.0192*** [0.00442]	-1.2%	-0.0162*** [0.00375]	-1.0%	-0.0124*** [0.00320]	-0.8%	-0.00856*** [0.00319]	-0.5%	-0.00566 [0.00355]	-0.3%
SDI, t-1	-0.0248*** [0.00487]	-1.4%	-0.0217*** [0.00401]	-1.2%	-0.0177*** [0.00330]	-1.0%	-0.0138*** [0.00333]	-0.8%	-0.0108*** [0.00384]	-0.6%
SDI, t-2	-0.0025 [0.00373]	-0.2%	-0.00368 [0.00314]	-0.3%	-0.00522* [0.00279]	-0.4%	-0.00673** [0.00304]	-0.5%	-0.00788** [0.00356]	-0.6%
Shannon										
SDI, t	-0.0253*** [0.00453]	-1.5%	-0.0195*** [0.00366]	-1.2%	-0.0129*** [0.00286]	-0.8%	-0.00635** [0.00251]	-0.4%	-0.0017 [0.00265]	-0.1%
SDI, t-1	-0.0272*** [0.00499]	-1.5%	-0.0223*** [0.00391]	-1.2%	-0.0166*** [0.00295]	-0.9%	-0.0111*** [0.00264]	-0.6%	-0.00711** [0.00294]	-0.4%
SDI, t-2	-0.00204 [0.00357]	-0.2%	-0.00273 [0.00288]	-0.2%	-0.00352 [0.00236]	-0.3%	-0.00429* [0.00230]	-0.3%	-0.00484* [0.00256]	-0.4%
Effective Number										
SDI, t	-0.0862*** [0.0153]	-5.2%	-0.0749*** [0.0135]	-4.6%	-0.0581*** [0.0121]	-3.5%	-0.0417*** [0.0129]	-2.5%	-0.0280* [0.0150]	-1.7%
SDI, t-1	-0.108*** [0.0163]	-6.1%	-0.0987*** [0.0140]	-5.5%	-0.0849*** [0.0124]	-4.8%	-0.0714*** [0.0135]	-4.0%	-0.0602*** [0.0161]	-3.4%
SDI, t-2	-0.0247* [0.0136]	-1.8%	-0.0301** [0.0118]	-2.2%	-0.0380*** [0.0110]	-2.8%	-0.0458*** [0.0125]	-3.4%	-0.0523*** [0.0149]	-3.9%

Notes: Dependent variable is an index of agricultural diversification in natural logarithm. Estimation of quantile regression model via moments with fixed effects of the municipality and state-year and control variables. The heterogeneous effects of drought on agricultural diversification are calculated using the standard deviation (within) for the drought index: SDI, t (0.609), SDI, t-1 (0.560), and SDI, t-2 (0.736). In brackets are the grouped standard errors at the local level, robust to heteroscedasticity and autocorrelation. Significant *** 1%, ** 5%, and * 10%.

Table 5 shows the non-linear effects of drought on agricultural diversification. The local impact of a current drought shock is similar to the linear estimates: 0.8% for Simpson, 0.93% for Shannon, and 3.16% for Effective Number. However, drought shocks at lower levels exert a gre-

ater influence on reducing agricultural diversification, while at higher levels, the contemporary impact is statistically insignificant. In contrast, lagged drought shocks significantly affect areas with higher diversification. This indicates that growing a variety of temporary crops helps buffer drought effects lasting up to a year. As droughts persist, diversification drops sharply, especially in municipalities with less variety. Thus, agricultural diversification acts as an adaptive strategy that boosts resilience against prolonged droughts.

Our results show that agriculture in Northeast Brazil is becoming more vulnerable to climate change, mainly due to drought-driven reductions in agricultural diversification. This highlights the urgent need for climate risk management policies and incentives to promote diversified farming systems. Supporting diversification in rainfed agriculture not only lessens drought impacts but also safeguards incomes, boosts food security, and preserves local biodiversity (Zúñiga et al., 2021; Mulwa; Visser, 2020; Makate et al., 2022; Bellon et al., 2020). Expanding rural services and improving access to credit can help municipalities diversify agriculture, optimize scarce natural resources, and strengthen small farmers' economic resilience. Additionally, local governments can support diversification by investing in targeted public programs, such as expanding technical assistance and providing improved seeds to smallholders (Piedra-Bonilla et al., 2020a; Roest et al., 2018; Seo, 2010).

Table 5 – Effect of drought shocks on agricultural diversification

	Quantiles of agricultural diversification									
	0.10		0.25		Local		0.75		0.90	
	Quantile	Impact	Quantile	Impact	Quantile	Impact	Quantile	Impact	Quantile	Impact
Modified Simpson										
Drought shock, t	-0.0226***	-2.3%	-0.0162***	-1.62%	-0.00791*	-0.79%	0.000254	0.03%	0.0065	0.65%
	[0.00619]		[0.00516]		[0.00446]		[0.00481]		[0.00567]	
Drought shock, t-1	-0.0329***	-3.3%	-0.0288***	-2.88%	-0.0235***	-2.35%	-0.0182***	-1.82%	-0.0142***	-1.42%
	[0.00628]		[0.00523]		[0.00444]		[0.00464]		[0.00541]	
Drought shock, t-2	-0.0044	-0.4%	-0.00654	-0.65%	-0.00936**	-0.94%	-0.0121***	-1.21%	-0.0142***	-1.42%
	[0.00519]		[0.00430]		[0.00375]		[0.00412]		[0.00490]	
Shannon										
Drought shock, t	-0.0229***	-2.29%	-0.0165***	-1.65%	-0.00929**	-0.93%	-0.00217	-0.22%	0.00293	0.29%
	[0.00623]		[0.00490]		[0.00385]		[0.00368]		[0.00419]	
Drought shock, t-1	-0.0321***	-3.21%	-0.0268***	-2.68%	-0.0209***	-2.09%	-0.0150***	-1.50%	-0.0107***	-1.07%
	[0.00651]		[0.00510]		[0.00392]		[0.00360]		[0.00403]	
Drought shock, t-2	-0.000121	-0.01%	-0.00243	-0.24%	-0.00502*	-0.50%	-0.00758***	-0.76%	-0.00942***	-0.94%
	[0.00497]		[0.00387]		[0.00302]		[0.00292]		[0.00335]	
Effective Number										
Drought shock, t	-0.0827***	-8.27%	-0.0622***	-6.22%	-0.0316*	-3.16%	-0.00174	-0.17%	0.023	2.30%
	[0.0211]		[0.0183]		[0.0170]		[0.0196]		[0.0239]	
Drought shock, t-1	-0.128***	-12.80%	-0.116***	-11.60%	-0.0969***	-9.69%	-0.0785***	-7.85%	-0.0632***	-6.32%
	[0.0212]		[0.0183]		[0.0168]		[0.0189]		[0.0229]	
Drought shock, t-2	-0.0323*	-3.23%	-0.0395**	-3.95%	-0.0503***	-5.03%	-0.0608***	-6.08%	-0.0695***	-6.95%
	[0.0187]		[0.0161]		[0.0149]		[0.0172]		[0.0210]	

Notes: Dependent variable is an index of agricultural diversification in natural logarithm. Drought shock when the SDI > 1.5. In brackets are the grouped standard errors at the local level, robust to heteroscedasticity and autocorrelation. Estimation of quantile regression model via moments with fixed effects of the municipality and state-year and control variables. Significant *** 1%, ** 5%, and * 10%.

Robustness check. [Appendix C](#) shows robustness checks using both linear and non-linear drought measures: (i) different SDI intensity bins (Table C.1); (ii) separate effects of precipitation and temperature deviations as drought indicators (Table C.2); and (iii) SDI in contemporary, quadratic, and cubic forms (Table C.3).

We can summarize these additional results as follows. First, the results confirm the robustness and consistency of the results presented in this section. Examining the nonlinear effects, we find that the more severe the drought, the greater the decrease in agricultural diversification. This effect is more pronounced in municipalities that are more specialized in planting temporary crops. In addition, temperature deviations in the form of drought contribute more to the decline in agricultural diversification, although the decrease in precipitation has the same effect. This is consistent with evidence that higher temperatures negatively affect the diversification of temporary crops due to their sensitivity to thermal stress and changes in growth cycles, as well as the increased risk of pests and diseases. Furthermore, contemporary SDI has a negative effect on agricultural diversification, while square and cubic SDI have positive and negative effects, respectively. Intuitively, this implies that droughts can promote both increased and decreased agricultural diversification in Northeast Brazil.

5 FINAL REMARKS

Diversifying temporary crops offers major benefits for food security, environmental protection, and sustainable farming. This is especially important in Brazil's Northeast, where frequent droughts and a strong reliance on agriculture make the region highly vulnerable. By adopting crop diversification, local farmers can better withstand climate change, boost productivity, and strengthen their economic resilience – all while preserving natural resources.

Given the projected increase in drought frequency and intensity due to climate change, we analyzed how these events affect the diversification of land used for temporary crops in the Brazilian Northeast. Our findings show that over 60% of municipalities have satisfactory levels of diversification—68% in semi-arid areas and 46% in non-semiarid areas. However, agricultural diversification has declined steadily over the past two decades, averaging a 0.5% drop per year. From 2000 to 2019, diversification in rainfed agriculture fell by 8% across the Northeast—8.25% in the semi-arid region and 7.5% in the non-semiarid region. This decline is largely driven by climate change, which has intensified recurring droughts. It's important to note that regional changes in crop diversification don't necessarily reflect changes in the number of rural establishments.

Our results show that while climate variability is linked to increased agricultural diversification, droughts have the opposite effect, reducing the variety of temporary crops planted in Northeast municipalities. These impacts vary across regions and are strongest where diversification is already low. As droughts become more frequent and prolonged, the risks to income and productivity grow, making it essential for farmers and local governments to adopt adaptation strategies to reduce these risks.

Our analysis shows that agricultural diversification in municipalities tends to increase with factors like family labor, natural resource conservation (water and forests), local market size, non-rural income, rainfall, and access to rural credit. In contrast, diversification decreases with greater mechanization, intensive use of land for temporary crops, higher temperatures, and dam construction. We also find that higher diversification in rainfed agriculture is linked to subsistence farming, while lower diversification is associated with commercial crop cultivation. Growing high-yield crops like corn often leads to reduced agricultural diversification.

Our findings support the promotion of rural credit policies focused on sustainable production, as they give farmers the financial means to adopt new crops and modernize farming practices. These actions are key to diversifying local agricultural production, securing small farmers' live-

lihoods, and boosting sustainability and resilience to drought. Other necessary measures include expanding technical assistance and increasing public investment to support family farming, which plays a vital role in diversification, food security, and sustainable development.

Given the impact of drought on crop failure and productivity – with consequences such as food insecurity and rural poverty – our results offer valuable guidance for public policies aimed at climate adaptation in semi-arid regions of the developing world. We show that diversifying temporary crops can strengthen economic resilience and help reduce agricultural losses in Brazil's Northeast.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research was conducted with the support of the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). The authors thank CAPES and UFJF for the financial and institutional support granted to carry out this study.

REFERENCES

- ABRAHÃO, G. M.; COSTA, M. H. Evolution of rain and photoperiod limitations on the soybean growing season in Brazil: The rise (and possible fall) of double-cropping systems. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 256, p. 32-45, 2018.
- AGUILAR, J. et al. **Crop species diversity changes in the United States: 1978–2012**. PloS one, v. 10, n. 8, p. e0136580, 2015.
- ANWER, M. E; SAHOO, B. K.; MOHAPATRA, S. Spatio-temporal variations in agricultural diversification in India: Determinants and convergence. **Journal of Agribusiness in Developing and Emerging Economies**, v. 9, n. 5, p. 476-502, 2019.
- ASFAW, S; PALLANTE, G; PALMA, A. Diversification strategies and adaptation deficit: Evidence from rural communities in Niger. **World Development**, v. 101, p. 219-234, 2018.
- BELLON, M. R. et al. To diversify or not to diversify, that is the question. Pursuing agricultural development for smallholder farmers in marginal areas of Ghana. **World Development**, v. 125, p. 104682, 2020.
- BENIN, S. et al. The economic determinants of cereal crop diversity on farms in the Ethiopian highlands. **Agricultural Economics**, v. 31, n. 2-3, p. 197-208, 2004.
- BIRTHAL, P. S. et al. Is Indian agriculture becoming resilient to droughts? Evidence from rice production systems. **Food Policy**, v. 56, p. 1-12, 2015.
- BIRTHAL, P. S.; HAZRANA, J. Crop diversification and resilience of agriculture to climatic shocks: Evidence from India. **Agricultural systems**, v. 173, p. 345-354, 2019.
- BIRTHAL, P. S.; HAZRANA, J; NEGI, Digvijay S. Diversification in Indian agriculture towards high value crops: Multilevel determinants and policy implications. **Land Use Policy**, v. 91, p. 104427, 2020.
- CASTRO, C. N; FREITAS, R. E. **Agricultura familiar Nordestina, políticas públicas e segurança alimentar**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA. Brasília, DF, 2021.

COSTA, L; SANT'ANNA, A. A; YOUNG, C. E. F. Barren lives: drought shocks and agricultural vulnerability in the Brazilian Semi-Arid. **Environment and Development Economics**, v. 28, n. 6, p. 603-623, 2021.

DELL, M; JONES, B. F.; OLKEN, B. A. What do we learn from the weather? The new climate-economy literature. **Journal of Economic literature**, v. 52, n. 3, p. 740-798, 2014.

DESCHÊNES, O; GREENSTONE, M. The economic impacts of climate change: evidence from agricultural output and random fluctuations in weather. **American economic review**, v. 97, n. 1, p. 354-385, 2007.

EL-BELTAGY, A; MADKOUR, M. Impact of climate change on arid lands agriculture. **Agriculture & Food Security**, v. 1, p. 1-12, 2012.

HAN, H; LIN, H. Patterns of agricultural diversification in China and its policy implications for agricultural modernization. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 9, p. 4978, 2021.

HERRERA, G. P et al. Econometric analysis of income, productivity and diversification among smallholders in Brazil. **Land use policy**, v. 76, p. 455-459, 2018.

ISIK, M. Environmental regulation and the spatial structure of the US dairy sector. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 86, n. 4, p. 949-962, 2004.

KHANAL, A. R.; MISHRA, A. K. Enhancing food security: Food crop portfolio choice in response to climatic risk in India. **Global food security**, v. 12, p. 22-30, 2017.

KUWAYAMA, Y. et al. Estimating the impact of drought on agriculture using the US Drought Monitor. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 101, n. 1, p. 193-210, 2019.

MACHADO, J. A.F; SILVA, JMC Santos. Quantiles via moments. **Journal of Econometrics**, v. 213, n. 1, p. 145-173, 2019.

MAKATE, C. et al. Crops in crises: Shocks shape smallholders' diversification in rural Ethiopia. **World Development**, v. 159, p. 106054, 2022.

MARENGO, J. A. et al. Assessing drought in the drylands of northeast Brazil under regional warming exceeding 4 C. **Natural Hazards**, v. 103, p. 2589-2611, 2020.

MARENGO, J. A. et al. Drought in Northeast Brazil: A review of agricultural and policy adaptation options for food security. **Climate Resilience and Sustainability**, v. 1, n. 1, p. e17, 2022.

MARENGO, J. A.; BERNASCONI, M. Regional differences in aridity/drought conditions over Northeast Brazil: present state and future projections. **Climatic Change**, v. 129, n. 1-2, p. 103-115, 2015.

MIAO, Y. et al. Do renewable energy consumption and financial globalisation contribute to ecological sustainability in newly industrialized countries? **Renewable Energy**, v. 187, p. 688-697, 2022.

MULWA, C. K.; VISSER, M. Farm diversification as an adaptation strategy to climatic shocks and implications for food security in northern Namibia. **World Development**, v. 129, p. 104906, 2020.

PARRÉ, J. L; CHAGAS, A. L. S. Determinants of agricultural diversification in Brazil: a spatial econometric analysis. **Letters in Spatial and Resource Sciences**, v. 15, n. 2, p. 173-195, 2022.

PIEDRA-BONILLA, E. B; BRAGA, C; BRAGA, M. J. Diversificação agropecuária: conceitos e estatísticas no Brasil. **Revista de Economia e Agronegócio**, v. 18, n. 2, p. 1-28, 2020b.

PIEDRA-BONILLA, E. B; DA CUNHA, D. A; BRAGA, M. J. Climate variability and crop diversification in Brazil: An ordered probit analysis. **Journal of Cleaner Production**, v. 256, p. 120252, 2020a.

RAHMAN, S. Impacts of climate change, agroecology and socio-economic factors on agricultural land use diversity in Bangladesh (1948–2008). **Land Use Policy**, v. 50, p. 169-178, 2016.

RAHMAN, S. The economic determinants of crop diversity on farms in rural Bangladesh. **Journal of International Agricultural Trade and Development**, v. 5, n. 1, p. 51-70, 2008.

ROEST, K; FERRARI, P; KNICKEL, K. Specialisation and economies of scale or diversification and economies of scope? Assessing different agricultural development pathways. **Journal of Rural Studies**, v. 59, p. 222-231, 2018.

SEKYI, S; QUAIDOO, C; WIAFE, E. A. Does crop specialization improve agricultural productivity and commercialization? Insight from the Northern Savannah Ecological Zone of Ghana. **Journal of Agribusiness in Developing and Emerging Economies**, v. 13, n. 1, p. 16-35, 2021.

SEO, S. N. A microeconomic analysis of adapting portfolios to climate change: adoption of agricultural systems in Latin America. **Applied Economic Perspectives and Policy**, v. 32, n. 3, p. 489-514, 2010.

SIMPSON, E. H. Measurement of diversity. **Nature**, v. 163, n. 4148, p. 688-688, 1949.

SINGH, P. K.; CHUDASAMA, H. Pathways for climate change adaptations in arid and semi-arid regions. **Journal of cleaner production**, v. 284, p. 124744, 2021.

SMALE, M.; BELLON, M. R.; AGUIRRE GOMEZ, J. A. Maize diversity, variety attributes, and farmers' choices in Southeastern Guanajuato, Mexico. **Economic development and cultural change**, v. 50, n. 1, p. 201-225, 2001.

TORRES, B et al. Determinants of agricultural diversification in a hotspot area: Evidence from colonist and indigenous communities in the Sumaco Biosphere Reserve, Ecuadorian Amazon. **Sustainability**, v. 10, n. 5, p. 1432, 2018.

YU, T; BABCOCK, B. A. Are US corn and soybeans becoming more drought tolerant? **American Journal of Agricultural Economics**, v. 92, n. 5, p. 1310-1323, 2010.

ZÚÑIGA, F; JAIME, M; SALAZAR, C. Crop farming adaptation to droughts in small-scale dryland agriculture in Chile. **Water Resources and Economics**, v. 34, p. 100176, 2021.

EFEITOS DO CRÉDITO RURAL SOBRE A POBREZA MULTIDIMENSIONAL NO BRASIL RURAL

Effects of rural credit on multidimensional poverty in rural Brazil

Flávia Alessandra Barbosa Bezerra

Economista. Mestre em Economia Regional e Desenvolvimento pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, RJ, Brasil. flaviaale097@gmail.com

Carlos Otávio de Freitas

Gestor do Agronegócio. Doutor em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Viçosa. Professor Adjunto da Universidade Federal Rural do Espírito Santo, Vitória, ES, Brasil. carlos.freitas87@gmail.com

Lucas Siqueira de Castro

Economista. Doutor em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Viçosa. Professor Adjunto do Departamento de Economia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, Brasil. lucancastro@hotmail.com

Resumo: O objetivo deste trabalho foi analisar a importância da política de crédito rural não apenas em seu aspecto econômico, mas também no social. Além disso, o estudo buscou mensurar a pobreza multidimensional no meio rural, uma vez que de acordo com abordagens recentes o fenômeno não significa apenas carência de renda, mas também de educação, saneamento básico, saúde, moradia e emprego. Para alcançar os objetivos propostos, a pobreza multidimensional foi mensurada a partir da metodologia Alkire-Foster. Em seguida, o efeito do crédito rural sobre níveis distintos de pobreza multidimensional foi analisado por meio da metodologia de regressão quantílica incondicional e da decomposição dos diferenciais de pobreza. Os dados da pesquisa referem-se aos microdados da PNAD de 2014 do IBGE. Os resultados encontrados mostraram que a educação é a dimensão com a maior contribuição para a pobreza multidimensional rural do Brasil. Na análise regional, as maiores taxas de pobreza multidimensional rural foram encontradas no Nordeste e Norte do país. Além disso, verificou-se que política de crédito rural precisa ser aplicada em conjunto a outras medidas como a de assistência técnica e de promoção do capital humano para que possua um efeito potencializador sobre a redução da pobreza multidimensional.

Palavras-chave: Método Alkire-Foster, Regressão Quantílica Incondicional, Decomposição dos diferenciais de pobreza.

Abstract: The objective of this work was to analyze the importance of the rural credit policy not only in its economic aspect, but also in the social one. In addition, the study sought to measure multidimensional poverty in rural areas, since, according to recent approaches to the phenomenon, it does not only mean lack of income, but also lack of education, basic sanitation, health, housing and employment. To achieve the proposed objectives, multidimensional poverty was measured based on the Alkire-Foster methodology. Then, the effect of rural credit on differentiated levels of multidimensional poverty was analyzed using the unconditional quantile regression methodology and the distortion of poverty differentials. The survey data refer to microdata from the 2014 PNAD by IBGE. The results found that education is the dimension with the greatest contribution to multidimensional rural poverty in Brazil. In the regional analysis, the highest rates of multidimensional rural poverty were found in the Northeast and North of the country. In addition, it is tolerated that the rural credit policy needs to be applied in conjunction with other measures such as technical assistance and the promotion of human capital so that it has a potentiating effect on the reduction of multidimensional poverty.

Keywords: Alkire-Foster Method, Unconditional Quantile Regression, Decomposition of poverty differentials.



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos principais líderes em produção agropecuária do mundo. Essa atividade econômica possui relevante importância ao contribuir para a segurança alimentar da população e para o crescimento socioeconômico do país. Em 2020, o Brasil foi o segundo maior exportador de grãos do mundo, com 19% do mercado internacional. O setor agropecuário tem mostrado um expressivo desempenho na economia brasileira do período recente, estimulando assim o agronegócio. Em 2020, o produto interno bruto (PIB) da agropecuária representou 6,8% do total brasileiro e as exportações alcançaram 48% do total exportado. O setor exportou US\$ 100,81 bilhões, gerando um superávit comercial de US\$ 87,76 bilhões (Brasil, 2021).

Apesar dos bons resultados do setor agropecuário, esse apresenta grande concentração de renda entre os produtores latifundiários, enquanto produtores familiares enfrentam diversas carências que os mantêm em situação de pobreza. Segundo o Censo Agropecuário (IBGE, 2019), o índice de Gini, que é um indicador da desigualdade no meio rural, aumentou de 0,854 no ano de 2006 para 0,867 em 2017. Para Sawaya *et al.* (2003), a pobreza rural possui particularidades que a diferenciam da urbana, sendo afetada pela falta de acesso ao crédito rural, mudanças climáticas, baixa cobertura dos serviços de saúde, falta de abastecimento de água e precariedade das estradas, o que dificulta a distribuição da produção, entre outras.

Embora a abordagem monetária seja frequentemente utilizada para a mensuração da pobreza, esta análise pautada apenas nas linhas de pobreza não consegue englobar todas as privações enfrentadas pelos indivíduos. Dessa forma, é necessário a construção de medidas de pobreza que captem as carências enfrentadas em diversas dimensões da vida humana. A abordagem das capacidades, elaborada por Amartya Sen, fortaleceu a visão multidimensional da pobreza e ampliou o debate do tema para o campo da justiça social. Sen afirma que a pobreza pode ser um fenômeno mais social que econômico, tendo a renda como um meio e não um fim que as pessoas têm razão de buscar (Sen, 2010).

Dessa maneira, a política agrícola no Brasil é primordial ao reunir um conjunto de medidas que direcionam as atividades agropecuárias, fornecem assistência aos produtores e oferecem amparo à propriedade da terra (Neves *et al.*, 2020). O crédito rural tende a reduzir indiretamente a pobreza através da redução da concentração de renda e do aumento da renda média. Além disso, este crédito propicia ganhos de produtividade nas fazendas, o que segundo Gasques *et al.* (2012) promove uma produção mais eficiente e menores custos dos produtos na agropecuária, apresentando assim relação com a redução da pobreza.

Assim, verifica-se que o crédito rural tem um papel importante no desempenho dos produtores rurais. Porém, informações da Pesquisa Nacional de Amostra por Domicílios – PNAD de 2014, mostram que apenas uma pequena parcela de produtores tem acesso a tal benefício, em torno de 13%. Desse modo, a hipótese que norteia o trabalho é a de que o crédito rural tem potencial de impacto sobre a redução da pobreza no setor agropecuário brasileiro, já que opera no aumento da produtividade e da renda *per capita*.

Dado o exposto, o objetivo do presente estudo é analisar o efeito da política de crédito rural brasileira sobre a pobreza multidimensional dos produtores agropecuários. Para tal, primeiramente a pobreza multidimensional rural no Brasil em 2014 será mensurada. Ademais, pretende-se verificar os efeitos do crédito rural sobre a pobreza multidimensional considerando diferentes quantis incondicionais da distribuição de pobreza, bem como analisar os fatores que explicam as diferenças de pobreza entre os produtores.

O presente estudo está estruturado em quatro seções, além desta introdução. Na primeira seção apresenta-se o referencial teórico com a abordagem das necessidades básicas e das capacidades. A abordagem metodológica e a fonte de dados utilizada para alcançar os objetivos é exibida na segunda seção. Na terceira seção, os resultados são analisados e discutidos. Por fim, na quarta e última seção, são apresentadas as considerações finais sobre o trabalho.

2 POBREZA MULTIDIMENSIONAL E SUAS ABORDAGENS

O estudo da pobreza é bastante antigo e vem sendo realizado ao longo do tempo por diversos autores. As principais abordagens acerca do tema e que abordam o conceito multidimensional do fenômeno são a das necessidades básicas e a das capacitações. A perspectiva das necessidades básicas foi elaborada de maneira a ampliar o escopo de estudos sobre a pobreza, já que a utilização exclusiva da renda limita o debate. Já a abordagem das capacidades, elaborada por Amartya Sen, fortaleceu a visão multidimensional da pobreza e ampliou o debate do tema para o campo de justiça social.

2.1 Abordagem das Necessidades Básicas

Segundo Rocha (2003), no início dos anos 1970, a abordagem das necessidades básicas tornou-se popular através do aumento da importância do papel do Estado no combate à pobreza. A intervenção governamental também se mostrava necessária por meio de serviços públicos de ampla cobertura, subsídios e outros benefícios não refletidos pela renda. Assim, o foco do estudo da pobreza foi deslocado da variável renda e passou para indicadores sociais que medissem o bem-estar.

O conceito de necessidades básicas é considerado “*como uma extensão do de subsistência, uma vez que enfatiza os recursos mínimos requeridos pelas comunidades locais em suas totalidades, e não apenas necessidades de sobrevivência de indivíduos e famílias*” (Codes, 2008, p.13). Segundo Codes (2008), esta abordagem não deve ser considerada como o mínimo necessário para a subsistência, mas ao contrário, deve ser entendida no âmbito de independência da nação, da dignidade humana dos indivíduos, e de suas liberdades para levar seus destinos à frente sem barreiras.

De acordo com Salama e Destremau (1999) a abordagem das necessidades básicas define a pobreza a partir dos seguintes elementos: 1) o mínimo necessário para o atendimento do consumo básico: alimentos, vestuário, moradia e objetos para a casa; e 2) serviços e bens essenciais disponibilizados pelo poder público como saneamento básico, água encanada, transporte público, educação, entre outros.

Tal abordagem, ao não considerar a renda como centro do debate, incorpora indicadores sociais que captam a qualidade de vida dos indivíduos. Para Rocha (2003) esta perspectiva se distingue da abordagem monetária ao adotar a natureza multidimensional da pobreza, buscando a elaboração de políticas que promovam a redução de carências em diversas dimensões da vida humana. Outro aspecto da abordagem das necessidades básicas está no desenvolvimento de instrumentos que permitam estudos comparativos entre países, além do acompanhamento de avanços para a sociedade em geral, não apenas em relação às pessoas carentes.

Essa abordagem possui a vantagem de aproximar a economia das ciências sociais e tem como base “*uma visão humanista que vai além da economia para se remeter à moral e ao desenvolvimento do Homem em toda sua dimensão, inclusive moral, de liberdade e de dignidade*” (Salama; Destremau, 1999, p. 74). Dessa maneira, a visão multidimensional da pobreza:

“[...] insiste na dimensão fundamentalmente social, senão política, da pobreza, porque as condições de existência não se limitam unicamente aos aspectos materiais e individuais (moradia, alimentação, renda) e incluem as relações sociais, o acesso ao trabalho, aos cuidados, etc.” (Salama; Destremau, 1999, p. 113-114).

Por mais que a concepção de necessidades básicas seja um instrumento importante na análise da pobreza, esta apresenta dificuldades para servir de base às políticas e ações de combate à pobreza, devido à complexidade de se produzir critérios sólidos para a definição e escolha dos aspectos a serem utilizados. De acordo com Codes (2008) isso ocorre, pois, as necessidades dos indivíduos não se limitam aos aspectos físicos nem aos serviços disponibilizados pelo poder público. Dessa

maneira, os procedimentos adotados não podem ser absolutos, já que se sujeitam a conjecturas realizadas acerca do desenvolvimento e da atuação de determinada sociedade analisada.

Rocha (2003) ressalta que, no caso do Brasil, devido à relevância da variável renda como indicador de bem-estar, é frequente o uso da abordagem monetária em conjunto com a abordagem das necessidades básicas para o estudo da pobreza. Dessa forma, o primeiro passo é o estabelecimento de linhas de pobreza para diferenciar pobres de não pobres a partir de sua renda. Após esse procedimento, se faz necessário a utilização de outros indicadores para medir o bem-estar da subpopulação pobre, como indicadores relacionados à educação, ao acesso a serviços públicos, à moradia, ao saneamento, entre outros. A autora defende a utilização da abordagem da renda em conjunto com a das necessidades básicas, dado a flexibilidade do procedimento.

Salama e Destremau (1999) também defendem a utilização da abordagem monetária em união com a das necessidades básicas como forma de alcançar a multidimensionalidade da pobreza. Os autores apoiam o uso de um conjunto de indicadores e diversas dimensões da pobreza para uma medição mais confiável, pois ao restringir sua dimensão a apenas um indicador o estudo pode se mostrar limitado e irrelevante.

2.2 Abordagem das capacitações

Entre o final da década de 1970 e o início dos anos 1980, a ótica multidimensional da pobreza recebeu notáveis contribuições do economista indiano Amartya Sen, ganhador do prêmio Nobel de 1998. Sen foi o pioneiro no debate sobre a abordagem das capacidades, proporcionando um avanço na discussão da pobreza no âmbito da justiça social.

Em contraposição às abordagens monetária e das necessidades básicas, a abordagem de Sen recai sobre as capacidades: *“um tipo de liberdade: a liberdade substantiva de realizar combinações alternativas de funcionamentos (ou, menos formalmente expresso, a liberdade para ter estilos de vida diversos)”* (Sen, 2010, p. 105). Além do conceito de capacidades, a abordagem “seniana” apresenta a ideia de funcionamentos:

“O conceito de “funcionamentos” [...] reflete as várias coisas que uma pessoa pode considerar valioso fazer ou ter. Os funcionamentos valorizados podem variar dos elementares, como ser adequadamente nutrido e livre de doenças evitáveis, a atividades ou estados pessoais muito complexos, como poder participar da vida da comunidade e ter respeito próprio” (Sen, 2010, p. 104-105).

Por meio desses argumentos, Sen estabelece que a pobreza está relacionada à falta de realização de certos funcionamentos de base e aquisição das capacidades equivalentes. Uma pessoa encontra-se em situação de pobreza se carece de oportunidade para atingir níveis mínimos destes funcionamentos. O autor afirma que, para uma pessoa deixar a pobreza e dispor de uma vida digna, ela precisa desenvolver capacidades, através de ações individuais e coletivas, que permitam melhorias nas suas condições de vida e a superação dos movimentos que ocasionam a situação de carência (Codes, 2008).

Para ajudar na formulação de políticas públicas que alcancem mais pessoas, deve-se considerar a confrontação entre os diferentes grupos populacionais apontados conforme a idade, sexo, localização da residência, dentre outros.

Outro argumento em defesa da abordagem das capacidades de Sen (2010) aponta que certas desvantagens individuais podem levar à privação da renda e dificultar a conversão da renda em funcionamentos. Por exemplo, indivíduos idosos, com doenças graves e com incapacidade física apresentam tais desvantagens que prejudicam a transformação da renda em capacidade. Já que demandam uma quantidade maior de renda – como para assistência e tratamentos – para a obtenção dos mesmos funcionamentos. Desta forma, a pobreza analisada na abordagem das capacidades pode ser mais acentuada do que a encontrada pela abordagem monetária. É relevante considerar

este aspecto na avaliação de políticas de auxílio às pessoas mais velhas e a outros grupos com dificuldades de “conversão”.

A terceira justificativa da abordagem das capacidades diz respeito à distribuição da renda no meio familiar. Sen (2010) afirma que este aspecto é um dos problemas da abordagem monetária. Este problema ocorre quando a renda é utilizada de forma desequilibrada no interesse de alguns integrantes em prejuízo dos demais, desta maneira, a intensidade da privação de membros negligenciados pode não ser corretamente refletida pela renda familiar. Em alguns países da Ásia e da África, a preferência por um dos sexos apresenta-se como uma das principais razões para a alocação da renda familiar. Assim, a privação de garotas é reconhecida de imediato pela abordagem das capacidades através das taxas mais altas de mortalidade, subnutrição, negligência médica entre outros, do que quando se utiliza a abordagem monetária.

Para Sen (2010) a abordagem das capacidades aperfeiçoa a compreensão da natureza da pobreza e das suas razões, retirando do cerne do debate os meios, ou melhor, a renda. Nesse sentido, o foco passa a estar nos fins que os indivíduos têm motivação para buscar e, de forma similar, nas liberdades que permitem atingir esses fins. As privações das capacidades estão inseridas no debate sobre a justiça social e são consideradas em um nível mais substancial, não meramente econômico, por isso esta abordagem se mostra significativa.

De acordo com o referencial teórico apresentado sobre o estudo da pobreza, pode-se constatar que nas últimas décadas o fenômeno vem sendo tratado sob uma perspectiva multidimensional (Codes, 2008; Salama; Destremau, 1999; Sen, 2010; Rocha, 2003). Embora a utilização da variável renda tenha como vantagem a sua facilidade operacional, além de um farto conjunto de dados relacionados à mesma, a análise da pobreza não deve se restringir a seu uso. Já que de acordo com as abordagens multidimensionais das necessidades básicas e das capacitações, os seres humanos possuem restrições em outras dimensões da vida. O próximo tópico irá discutir sobre as três etapas da metodologia do presente trabalho.

3 METODOLOGIA

A metodologia está dividida em 3 partes¹. Primeiro, a pobreza multidimensional rural brasileira será mensurada a partir da metodologia proposta por Alkire e Foster (2009; 2011a). Posteriormente, o efeito do crédito sobre a pobreza multidimensional rural será analisado através da aplicação de duas abordagens sugeridas por Firpo *et al.* (2007; 2009): a regressão quantílica incondicional e a decomposição dos diferenciais de pobreza.

3.1 Alkire-Foster

De acordo com Alkire *et al.* (2015), a pobreza está relacionada a múltiplas desvantagens, como defendido pela abordagem das necessidades básicas e das capacitações. Dessa maneira, é necessário que se construa metodologias que incorporem diversas dimensões de privações humanas. Para mensurar a pobreza multidimensional rural no Brasil, será utilizada a metodologia proposta por Alkire e Foster - AF (2009; 2011a). A metodologia AF inova ao elaborar um índice de pobreza multidimensional baseado no conceito de capacidades de Amartya Sen. Esta metodologia tem como intuito principal o direcionamento de políticas públicas mais eficientes no combate à pobreza.

Segundo Alkire *et al.* (2015) o método AF é composto por 12 passos que estão distribuídos entre a etapa de identificação e a etapa de agregação. Na etapa de identificação, é definida a unidade de análise que no caso deste estudo foi o grupo de produtores agropecuários brasileiros. Outro passo é a definição das dimensões e dos indicadores² a partir da revisão de literatura. O método

1 Maiores detalhes sobre os métodos utilizados são disponibilizados no material suplementar em anexo.

2 Para mais detalhes sobre as variáveis utilizadas, ver a seção “Fonte e tratamento de dados”.

AF determina um duplo corte para a identificação dos multidimensionalmente pobres. A primeira linha de corte é específica de cada dimensão e identifica se o indivíduo é considerado privado nessa dimensão. O segundo corte diz respeito ao número mínimo de privações que um indivíduo deve apresentar para ser considerado pobre multidimensional.

No momento da agregação são realizados alguns cálculos como o da incidência da pobreza (H), o *Headcount*, ao dividir o número de indivíduos multidimensionalmente pobres pelo total de indivíduos da amostra. Além disso, tem-se o cálculo do hiato de pobreza média (A), no qual soma-se a proporção das privações dos indivíduos pobres e posteriormente divide-se este valor pelo número total de pessoas multidimensionalmente pobres. Por fim, o cálculo da incidência ajustada (M_0) que reflete a proporção de privações enfrentadas pela população pobre analisada em relação ao máximo das privações que a população poderia experimentar caso todos os indivíduos fossem privados em todas as dimensões e indicadores.

O M_0 pode ser decomposto por subgrupos populacionais, o que permite mostrar as características da pobreza multidimensional para cada grupo analisado. Esta propriedade da Incidência Ajustada é importante no que tange a implementação de políticas públicas, pois atua na identificação de padrões de privação e permite a comparação de subgrupos nacionais.

A partir da mensuração da pobreza multidimensional rural do Brasil, o presente trabalho espera obter uma maior intensidade de pobreza não apenas relacionada à renda e ao trabalho, mas também no que diz respeito ao baixo nível de escolaridade, à falta de infraestrutura da região onde se localiza o estabelecimento rural e às condições precárias de habitação do produtor agropecuário. Nas próximas etapas serão identificados os efeitos da política de crédito rural sobre os níveis de pobreza multidimensional.

3.2 Regressão Quantílica Incondicional

Com o intuito de identificar os efeitos do crédito rural sobre a pobreza multidimensional rural brasileira, o presente trabalho baseou-se na abordagem de Regressão Quantílica Incondicional proposta por Firpo *et al.* (2009). Esta metodologia é fundamentada na Função de Influência Recentrada (do original, *Recentred Influence Function* - RIF). Segundo Silva e França (2016) a função de influência (IF) representa o efeito relativo (influência) de uma observação individual sobre uma estatística de distribuição, como um quantil. A função de influência é retratada por $IF(Y; \nu FY)$ e a estatística de distribuição por $\nu(FY)$. Ao adicionar novamente a estatística $\nu(FY)$ à função de influência, encontra-se a função de influência recentrada (RIF), denotada por $RIF(y; \nu FY) = \nu(FY) + IF(y; \nu FY)$.

De acordo com Firpo *et al.* (2009) as funções de influência apresentam como vantagem a flexibilidade de seu uso, já que podem ser calculadas não apenas para quantis (q_τ), mas também para o coeficiente de Gini, variância, entre outras estatísticas de distribuição. Considerando o τ -ésimo quantil, representado por $q_\tau = \nu_\tau(FY) = \inf\{q: FY(q) \geq \tau\}$, a função de influência é equivalente a:

$$IF(y; q_\tau, F_y) = \frac{\tau - 1\{y \leq q_\tau(F_y)\}}{f_y(q_\tau(F_y))} \quad (2)$$

no qual $1\{y \leq q_\tau(F_y)\}$ é uma função que indica se o valor da variável resposta (score³ de pobreza multidimensional) está abaixo ou é igual a q_τ e $f_y(q_\tau(F_y))$ é a função de densidade de Y avaliada em q_τ .

3 O score de pobreza representa a quantidade de privações de cada produtor rural e varia de 0,333... a 1.

Para o τ -ésimo quantil, a função de influência recentrada é definida da seguinte maneira:

$$RIF(y; q_\tau, F_y) = q_\tau + \frac{\tau - 1\{y \leq q_\tau(F_y)\}}{f_y(q_\tau(F_y))} = c_{1\tau} \cdot 1\{y \leq q_\tau(F_y)\} + c_{2\tau} \quad (3)$$

onde $c_{1\tau} = \frac{1}{f_y(q_\tau)}$ e $c_{2\tau} = q_\tau - c_{1\tau} \cdot (1 - \tau)$. Dessa maneira, chega-se a:

$$E[RIF(y; v, F_y)] = v(F_y) \quad (4)$$

De acordo com Firpo *et al.* (2009) a expectativa condicional da RIF ($Y; v, F_y$) em função da variável explicativa X , $E[RIF(y; v, F_y) | X]$, é chamada modelo de *regressão* RIF. Como a função RIF pode ser apresentada como uma regressão linear em relação a variável explicativa, é especificada como $RIF(y; v, F_y | X) = X\beta + \varepsilon$. Nesta metodologia, a presença de covariáveis (X) permite a aplicação da Lei de Expectativas Iteradas, dessa forma encontra-se a regressão quantílica incondicional:

$$v(F_y) = E_x[E[RIF(y; v, F_y)]] = E[X] \cdot \beta \quad (5)$$

Portanto, a metodologia proposta por Firpo *et al.* (2009) consegue estimar o efeito das variáveis explicativas X nos quantis incondicionais da variável resposta. A função de influência pode ser calculada para qualquer quantil de interesse do pesquisador. Este método difere da abordagem tradicional de regressões quantílicas condicionais propostas por Koenker e Bassett (1978), já que este último não consegue interpretar as estimativas como o impacto marginal das variáveis explicativas sobre a variável resposta.

3.2.1 Decomposição dos diferenciais de pobreza multidimensional

O método de decomposição utilizado no presente trabalho é o proposto por Firpo (2007) e busca estimar os diferenciais de pobreza multidimensional entre dois grupos de produtores rurais, um que possui acesso ao crédito rural e o outro que não possui esse acesso. Este método é uma generalização da decomposição de Oaxaca-Blinder, ampliando a decomposição para outras estatísticas relevantes, como por exemplo quantis, coeficiente de Gini e variância.

São utilizados dois grupos de produtores rurais: A (produtores com acesso ao crédito rural) e B (produtores sem acesso ao crédito rural). Além disso, tem-se a variável de resultado Y (score da pobreza multidimensional) e um conjunto de covariáveis relacionadas as características dos indivíduos. Para além da análise da média, a decomposição apresenta as diferenças nas distribuições de pobreza multidimensional dos dois grupos de produtores através de alguma estatística dessas distribuições. Dessa maneira, pode-se retratar o diferencial total entre as distribuições como:

$$\Delta^v = v(F_{y^A}) - v(F_{y^B}) \quad (6)$$

onde $v(F_{y^t})$ representa uma estatística de distribuição de pobreza multidimensional para os dois grupos de produtores $t = A, B$.

A decomposição divide o termo Δ^v em um componente chamado de efeito composição (que são as características observáveis dos indivíduos) e em outro intitulado efeito retorno (representado pelas diferenças nos coeficientes entre os dois grupos analisados). Para que esse procedimento ocorra, faz-se necessário a obtenção de uma distribuição contrafactual (F_{y^c}) e da estatística de interesse $v(F_{y^c})$. Assim, é possível simular uma distribuição de pobreza multidimensional com as características observáveis do grupo A e os retornos às características do grupo B. Ao utilizar o contrafactual (F_{y^c}) na equação (6), obtém-se:

$$\Delta^v = [v(F_{y^B}) - v(F_{y^c})] + [v(F_{y^c}) - v(F_{y^A})] \quad \Delta^v = \Delta_R^v + \Delta_X^v \quad (7)$$

O termo Δ_R^v representa os retornos as características (efeito retorno) e o termo Δ_X^v as diferenças nas distribuições das características (efeito composição). De acordo com Firpo *et al.* (2007) é necessário utilizar um método baseado na técnica de reponderações elaborada por DiNardo *et al.* (1996), para que os parâmetros sejam encontrados. Essa técnica propõe o uso de um fator de reponderação entre as distribuições dos grupos A e B de produtores.

Os modelos referidos foram estimados no *software* Stata 16® com os códigos rifreg e oaxaca8. A subseção a seguir apresenta informações sobre todas as variáveis utilizadas nessa pesquisa.

3.3 Fonte e tratamento dos dados

Os dados utilizados neste trabalho referentes ao acesso ao crédito rural são provenientes da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) para o ano de 2014 (que indica se o produtor rural recebeu ou não esse recurso). O crédito analisado é o total (concedido por meio de programas públicos de fomento ao setor rural e/ou empréstimos concedidos a produtores agropecuários). Os produtores rurais considerados neste trabalho foram: i) indivíduos economicamente ativos; ii) empregadores ou conta própria; iii) e aqueles que possuíam a atividade principal do empreendimento no setor agrícola.

Para a elaboração das dimensões e dos indicadores da pobreza multidimensional, são utilizados os microdados da PNAD do ano de 2014 do IBGE. É válido ressaltar que a escolha da PNAD de 2014 se dá pelo fato de ser o único ano em que um questionário complementar com questões sobre o acesso e fontes de crédito de produtores rurais na agropecuária foi aplicado. O Quadro 1 a seguir apresenta as dimensões e os indicadores utilizados para a mensuração da pobreza multidimensional rural no Brasil em 2014.

Quadro 1 – Dimensões, indicadores e linhas de privação

Dimensões e Indicadores	Privação
Educação	
Saber ler e escrever (analfabetismo funcional)	Não saber ler e escrever
Nível de escolaridade	Apresentar ensino fundamental ou ensino médio incompletos
Anos de estudo	Se estudou menos de 7 anos
Renda e Trabalho	
Faixa de rendimento domiciliar mensal (R\$)	Renda domiciliar mensal entre ¼ e ½ do salário-mínimo.
Condição em relação ao empreendimento agrícola	Não ser proprietário do estabelecimento rural
Contribuição para instituto de previdência	Não ser contribuinte
Condições habitacionais	
Água encanada	Não possui água encanada no domicílio ou estabelecimento
Esgoto sanitário	Não possui ligação com rede coletora de esgoto ou pluvial
Energia elétrica	Não existe energia elétrica no domicílio ou estabelecimento

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da PNAD de 2014.

Além do crédito rural, outras variáveis de controle que também influenciam o nível de pobreza multidimensional rural serão utilizadas dentro do vetor *X*: *assistência técnica e extensão rural*, *dummy* que recebe o valor 1 caso o produtor tenha recebido assistência técnica e extensão rural do governo ou privada; *tamanho do estabelecimento rural*, com quatro *dummies*, que classificam o produtor como: muito pequeno (área com até 10 hectares [ha]), pequeno (de 10 a 100 hectares [ha]), médio (de 100 a 1.000 hectares [ha]) e grande (mais de 1.000 hectares [ha]); *regiões do Brasil*, com cinco *dummies*: Nordeste, Norte, Sul, Sudeste e Centro-Oeste (a região Sul é a categoria base); *sexo*, *dummy* que recebe o valor 1 se o produtor for do sexo masculino e *cor*, *dummy* que recebe o valor 1 se o produtor for não branco (negros, pardos, amarelos, indígenas).

Segundo Barros et al. (2000) a relação entre educação e pobreza é estabelecida através de dois mecanismos de transmissão. Primeiramente, o aumento da educação eleva a produtividade do trabalho, o que leva ao crescimento econômico, o que pode levar ao aumento de salários e a redução da pobreza. O segundo mecanismo, diz respeito ao fato de que o aumento do nível educacional gera maior mobilidade social e maior igualdade.

A renda e o trabalho, são dimensões importantes na análise da pobreza. Assim, é considerado pobre, o domicílio rural que apresentar renda domiciliar mensal entre $\frac{1}{4}$ e $\frac{1}{2}$ do salário-mínimo de 2014 (R\$ 724,00). No que tange ao trabalho, a condição do produtor em relação a terra, interfere na condição de pobreza. Desse modo, produtores que não são proprietários do empreendimento agrícola, apresentam privação nesta dimensão.

De acordo com Marinho e Soares (2003) a infraestrutura básica apresenta grande impacto sobre a pobreza. Esta infraestrutura relaciona-se à presença de abastecimento de água, energia elétrica, estradas pavimentadas, saúde, entre outros. Nesse sentido, foi utilizada a dimensão condições habitacionais que engloba alguns indicadores de infraestrutura básica.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Perfil dos produtores rurais em 2014

Antes de apresentar os resultados dos modelos trabalhados, realiza-se uma análise descritiva das variáveis utilizadas na pesquisa com o intuito de verificar aspectos da amostra. Foram analisados 12.411 produtores rurais no ano de 2014. Segundo o critério de linha de pobreza, a amostra apresentou que em média 34,96% das pessoas possuíam rendimentos entre $\frac{1}{2}$ e $\frac{1}{4}$ do salário-mínimo de 2014. E no que se refere aos produtores com acesso ao crédito rural e aos sem acesso, 20,60% e 37,15% respectivamente, apresentavam rendimentos entre o referido intervalo do salário-mínimo.

Através da Tabela 1, pode-se observar que apenas 13,21% (1.640) dos produtores tiveram acesso ao crédito rural em 2014. Em relação ao rendimento mensal de todas as fontes (total), os produtores com acesso ao crédito rural apresentaram em média valores maiores em relação aos demais, cerca de R\$ 2.770, enquanto o rendimento total médio do outro grupo foi de R\$ 1.343. As outras características dos grupos considerados são apresentadas na Tabela 1.

Por meio dos dados apresentados na Tabela 1, verifica-se que cerca de 49,32% dos produtores com acesso ao crédito também tiveram acesso a assistência técnica, enquanto para o grupo de produtores sem acesso ao crédito, apenas 9,42% contaram com esta assistência. Os autores Freitas e Silva (2019) obtiveram que 44% dos produtores com acesso a extensão rural, também conseguiram ter acesso ao crédito rural e apenas 7,5% dos produtores sem acesso a extensão rural conseguiram acesso ao crédito no ano de 2014. Já para Neves *et al.* (2020), 48,2% das famílias com crédito rural tiveram acesso a extensão, enquanto apenas 9,12% das famílias sem crédito conseguiram esse acesso em 2014.

Tabela 1 - Média e desvio-padrão das variáveis utilizadas

Variáveis	Amostra total		Crédito Rural		Sem Crédito Rural	
	Média	Desvio-Padrão	Média	Desvio-Padrão	Média	Desvio-Padrão
Renda Dom. <i>per capita</i> .	0,3496	0,4768	0,2060	0,4046	0,3715	0,4832
Renda Total	1.532,38	2.731,74	2.770,37	4.641,19	1.343,88	2.247,61
Analfabetismo	0,2048	0,4036	0,0871	0,2822	0,2227	0,4160
Nível de escolaridade	0,8542	0,3528	0,7914	0,4063	0,8638	0,3430
Anos de estudo	0,7026	0,4570	0,6085	0,4882	0,7170	0,4504
Condição	0,2426	0,4287	0,1591	0,3659	0,2554	0,4361
Contribuição	0,7698	0,4209	0,5603	0,4964	0,8016	0,3987
Água encanada	0,0897	0,2858	0,0506	0,2192	0,0957	0,2942
Esgoto sanitário	0,6897	0,4625	0,6628	0,4728	0,6939	0,4608
Energia elétrica	0,0079	0,0889	0,0042	0,0652	0,0085	0,0920
Raça	0,5949	0,4909	0,4024	0,4905	0,6242	0,4843
Sindicato	0,3302	0,4703	0,4524	0,4978	0,3116	0,4631
Sexo	0,8563	0,3507	0,9067	0,2909	0,8486	0,3583
Anos de Experiência	19,86	14,55	20,74	13,46	19,73	14,71
Nordeste	0,3666	0,4819	0,2329	0,4228	0,3870	0,4870
Norte	0,2554	0,4361	0,1579	0,3647	0,2702	0,4441
Sul	0,1700	0,3757	0,3676	0,4823	0,1400	0,3470
Centro-Oeste	0,0666	0,2493	0,0817	0,2740	0,0643	0,2453
Sudeste	0,1244	0,3300	0,1378	0,3448	0,1223	0,3277
Assistência	0,1469	0,3540	0,4932	0,5001	0,0942	0,2921
Muito pequeno	0,5977	0,4903	0,4079	0,4915	0,6266	0,4837
Pequeno	0,2637	0,4407	0,4158	0,4930	0,2406	0,4274
Médio	0,0697	0,2547	0,1018	0,3025	0,0648	0,2463
Grande	0,0493	0,2166	0,0518	0,2217	0,0490	0,2159
Consome a produção	0,7095	0,4539	0,6975	0,4594	0,7113	0,4531
Vende a produção	0,7453	0,4357	0,8573	0,3498	0,7282	0,4448
Nº Obs		12.411		1.640		10.771

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados da pesquisa.

Para a análise educacional, os dados evidenciam uma menor proporção de indivíduos com acesso ao crédito em situação de privação em comparação com aqueles sem acesso ao crédito. Em média, apenas 8,71% dos produtores que receberam crédito não sabiam ler nem escrever, 79,14% possuíam o ensino fundamental ou médio incompleto e 60,85% têm menos de 7 anos de escolaridade. Esses resultados relacionados a educação dos produtores são similares aos achados por Freitas e Silva (2019) e Neves *et al.* (2020). Os autores também obtiveram em suas amostras maiores proporções de produtores com acesso a extensão rural e ao crédito rural apresentando classes superiores de escolaridade, em relação aos demais.

É relevante destacar a proporção de produtores que não contribuíam para instituto previdenciário, seja facultativamente ou obrigatoriamente, cerca de 76,98% do total da amostra. Já em relação ao grupo dos indivíduos sem acesso ao crédito, verifica-se que mais de 80% não contribuía para qualquer instituto de previdência. Outro ponto se refere a falta de acesso ao esgotamento sanitário nos estabelecimentos rurais, no qual mais de 68% dos produtores eram privados deste serviço básico.

No que tange às variáveis relacionadas às classes de tamanho do estabelecimento rural, vale destacar que há uma grande proporção de produtores muito pequenos (estabelecimento com área inferior a 10 hectares) sem acesso ao crédito rural (62,66%). Nos estudos de Freitas e Silva (2019) e Neves *et al.* (2020), os autores obtiveram proporções próximas às encontradas no presente traba-

lho. Freitas e Silva (2019) analisaram que 62,3% dos produtores sem acesso à extensão rural eram produtores muito pequenos. Para Neves *et al.* (2020), 62,8% das famílias sem acesso ao crédito rural possuíam estabelecimentos rurais muito pequenos.

Na análise regional, pode-se observar que há uma concentração de produtores atendidos pelo crédito rural na região Sul (36,76%), embora esta região representasse apenas 17% do total de produtores. Já a região Nordeste exibiu uma proporção de 23,29% de produtores atendidos pelo crédito, mesmo representando 36,66% do total de indivíduos.

Esses resultados regionais são similares aos encontrados por Neves *et al.* (2020), que estudaram o impacto do acesso ao crédito rural sobre a redução da desigualdade de renda no Brasil em 2014. Os autores mostram que cerca de 35% das famílias do Sul do país tiveram acesso ao crédito, seguida pelo Nordeste com 24%. Para Freitas e Silva (2019) também ocorria concentração do acesso a extensão rural na região Sul do país no ano de 2014, com 46,1% dos produtores dessa região sendo atendidos, embora só representassem 16,2% do total.

Os produtores considerados são predominantemente indivíduos do sexo masculino (média superior a 85%) e pessoas não brancas (59,49%). Em relação à condição do produtor no estabelecimento rural, 24,26% dos indivíduos não são proprietários, o que indica uma grande proporção de produtores proprietários do estabelecimento.

É válido destacar que a participação dos produtores da amostra em sindicatos rurais se mostrou baixa, com cerca de 33% de indivíduos associados. Essa proporção diminui quando se analisa o grupo daqueles sem acesso ao crédito rural (31,16%) e aumenta para os produtores com acesso ao crédito (45,24%).

Para a análise de aspectos relacionados a produção desenvolvida no empreendimento, pode-se observar que mais de 70% dos produtores consomem a produção como alimentação e mais de 74% vendem alguma parte da produção. A proporção do consumo da produção como alimentação é maior para o grupo de produtores sem acesso ao crédito (71,13%), já a proporção da venda de parte da produção é maior para aqueles que possuem acesso ao crédito (85,73%). A seção seguinte apresenta uma análise descritiva dos produtores pobres multidimensionais com acesso ao crédito rural e sem acesso, além dos resultados do modelo Alkire-Foster para o Brasil rural no ano de 2014.

4.2 Pobreza multidimensional no Brasil rural em 2014

Para o cálculo da pobreza multidimensional rural no Brasil a partir da metodologia Alkire-Foster, foram atribuídos pesos iguais a todas os indicadores das três dimensões analisadas: educação, renda e trabalho e condições habitacionais. De acordo com Alkire (2009) o peso $w_j = 1$ deve ser utilizado para cada dimensão quando a importância relativa destas for igual na análise da pobreza multidimensional.

De acordo com Alkire e Foster (2011a) é necessário a utilização de uma linha de corte intermediária que esteja entre 1 e d para identificar pessoas pobres multidimensionais. No presente trabalho, cada dimensão apresenta três indicadores, totalizando 9 indicadores. Sendo assim, o ideal é que a linha de corte fique em um ponto intermediário ($1 < k < 9$, para este trabalho), tornando essa decisão uma escolha do pesquisador, mas que exige certo conhecimento do contexto vivido pelo país analisado.

Neste presente trabalho, optou-se por um $k = 3$ para contemplar múltiplas facetas da pobreza multidimensional, visto que o Brasil apresenta variadas carências que precisam ser identificadas e analisadas no que tange a elaboração de políticas públicas. Assim, cada uma das três dimensões de pobreza construídas apresenta três indicadores, totalizando nove indicadores de pobreza multidimensional. Para ser considerado pobre multidimensional, o produtor rural deve apresentar carência em pelo menos três dos nove indicadores, abrangendo dessa maneira as várias facetas da pobreza no Brasil rural.

Na Tabela 2, mostram-se os resultados para o Índice de Pobreza Multidimensional *Headcount* (H) e para o *Headcount* Ajustado (M_0) do Brasil rural no ano de 2014 para $k = 1$, $k = 2$, $k = 3$, que é o *cutoff*.

Tabela 2 – Índice de Pobreza Multidimensional *Headcount* (H) e *Headcount* Ajustado (M_0) para diferentes valores de k , em percentual

k	H	M_0
$k = 1$	98,8	43,5
$k = 2$	93,4	42,9
$k = 3$	81,4	40,2

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados da pesquisa.

Pode-se observar que os valores de *Headcount* (H) são bem maiores do que os de *Headcount* Ajustado (M_0), já que o H diz respeito a incidência da pobreza, ou seja, a porcentagem de indivíduos considerados pobres multidimensionais. Os valores de M_0 refletem os índices da incidência ajustada, sendo o resultado da multiplicação do hiato de pobreza média (A) com a incidência da pobreza (H). Para Alkire e Foster (2011a) o M_0 é uma medida mais completa, pois satisfaz a monotonicidade dimensional, isto é, se uma pessoa pobre apresentar privação em um indicador adicional, M_0 também aumenta.

Dessa forma, as privações entre as dimensões de educação, renda e trabalho e condições habitacionais, vão identificar os produtores pobres multidimensionais. Na Tabela 3, verifica-se o índice M_0 decomposto por dimensão para uma análise mais detalhada.

Tabela 3 – Decomposição por dimensões, $k = 3$, do Índice *Headcount* Ajustado (%)

Dimensões e Indicadores	M_0
Educação	45,9
Ler e escrever	5,7
Anos de estudo	18,7
Nível de escolaridade	21,6
Renda e Trabalho	34,7
Renda domiciliar	9,4
Condição no empreendimento	6,2
Contribuição previdenciária	19,0
Condições Habitacionais	19,5
Água encanada	2,5
Iluminação	0,2
Esgoto	16,8

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados da pesquisa.

Por meio da Tabela 2, pode-se observar que a dimensão com maior contribuição para a pobreza multidimensional rural no país é a de educação, com 45,9%. Em seguida, a dimensão de renda e trabalho, apresenta uma contribuição de 34,7%. Já a dimensão de condições habitacionais, apresenta menor contribuição para a pobreza, com 19,5%. É válido destacar que na dimensão Educação, os maiores graus de pobreza ajustado à intensidade (M_0), foram o de anos de estudo, que representa os produtores com menos de 7 anos de estudo e o de nível de escolaridade, que retrata os indivíduos que não possuem o ensino fundamental completo ou o ensino médio completo, 18,7% e 21,6% respectivamente.

Pereira e Castro (2021) afirmam que os investimentos em educação no meio rural são consideravelmente inferiores em relação aos realizados no urbano. Nesse contexto, os autores verificaram que houve uma redução significativa do número de escolas no meio rural nos últimos anos, saindo

de 107.432 em 2002 para 55.345 unidades escolares em 2019, o que representou o fechamento de 48,4% do total de estabelecimentos. Dessa maneira, se faz necessário o aumento de investimentos em infraestrutura, formação e contratação de professores, acessibilidade, material e equipamentos nas regiões rurais do Brasil para que seus habitantes possam obter um padrão de vida melhor e escapar da pobreza.

No que tange a dimensão trabalho e renda, os indicadores com maior contribuição para a pobreza foram o de contribuição previdenciária, que mostra os produtores que não contribuíam para o instituto previdenciário e o de renda domiciliar mensal, que representa os produtores que possuíam esta renda mensal entre $\frac{1}{4}$ e $\frac{1}{2}$ do salário-mínimo, com 19% e 9,4% nesta ordem.

Embora a dimensão de condições habitacionais tenha apresentado a menor contribuição para o índice de pobreza, se faz importante o estudo das privações habitacionais para o combate da pobreza multidimensional. Pois o acesso a serviços básicos como energia elétrica, água encanada e esgoto sanitário, é básico e essencial para que os indivíduos tenham uma melhor qualidade de vida e deveria ser uma das prioridades do Estado no que se refere ao bem-estar da população. Toledo e Rodrigues (2020) defendem que as políticas públicas precisam garantir um acesso mais amplo a serviços básicos, como o saneamento básico e acesso a água potável. Os autores afirmam que tais políticas podem reduzir consideravelmente o grau de pobreza dos indivíduos.

Uma outra análise importante em relação a pobreza multidimensional rural é a regional. Historicamente, a pobreza brasileira é um fenômeno que atinge certas regiões do país de maneira mais acentuada do que em outras. Dessa maneira, analisam-se na Tabela 4, o Índice de Pobreza Multidimensional *Headcount* (H) e o Índice *Headcount* Ajustado (M_0) com $k = 3$ por grandes regiões do Brasil.

Tabela 4 – Decomposição de diferentes medidas de pobreza multidimensional: Índice de Pobreza Multidimensional *Headcount* (H), o Índice *Headcount* ajustado, por macrorregiões, com $k = 3$, a contribuição de cada região para o M_0 global (%) e a participação da população de cada região na população total (%)

Regiões	H	M_0	Contribuição	Parcela da população total
Norte	84,7	42,7	27,1	25,5
Nordeste	92,4	49,4	45,1	36,7
Sudeste	74,9	33,8	10,5	12,4
Sul	62,7	25,2	10,7	17,0
Centro-Oeste	73,2	33,3	5,5	6,7

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados da pesquisa.

De acordo com a Tabela 4, observa-se que a região Nordeste apresenta as maiores taxas de pobreza multidimensional rural, com uma incidência de pobreza (H) de 92% e um *Headcount* ajustado (M_0) de 49,4%. Além disso, é a primeira região com maior contribuição para o Índice global, com 45,1%. A região Norte apresenta as segundas maiores taxas, com H igual a 84,7% e M_0 igual a 42,7%. O Norte é a segunda região que mais contribuiu para o M_0 do Brasil, representando 27,1% do Índice.

O Sudeste, Sul e Centro-Oeste, são as regiões com as menores taxas de pobreza multidimensional rural. A região Sul apresenta os menores índices H e M_0 , com 62,7% e 25,2%, respectivamente. Porém, é a terceira região que mais contribui para o M_0 nacional, com 10,7%. Isso ocorre, pois com a terceira maior participação na população total, apresenta um maior peso sobre o Índice.

A região Sudeste apresenta *Headcount* de 74,9% e *Headcount* ajustado de 33,8%. O Centro-Oeste apresenta-se com H igual a 73,2% e M_0 igual a 33,3%. As regiões Sudeste e Centro-Oeste contribuem para o M_0 nacional com a parcela de 10,5% e 5,5%, respectivamente.

Após a análise dos resultados do modelo Alkire-Foster, é importante apresentar as estatísticas descritivas dos produtores pobres, não pobres e pobres multidimensionais com e sem crédito rural. A amostra conta com 10.100 produtores considerados pobres multidimensionais, sendo 1.082 com acesso ao crédito rural e 9.018 sem acesso no ano de 2014. Na Tabela 5, pode-se verificar que produtores rurais pobres com acesso ao crédito exibiam uma renda total superior (R\$ 2007) em comparação aos que não detinham acesso a esse recurso (R\$1066).

4.3 Efeitos do crédito rural sobre a pobreza multidimensional

Na Tabela 5 constam os resultados das regressões RIF para os quantis de distribuição da pobreza multidimensional, em que se utilizou o score de pobreza extraído dos resultados da metodologia Alkire-Foster.

Os resultados mostram que em todos os quantis analisados, os produtores com acesso ao crédito apresentaram menores níveis de pobreza multidimensional. Esse efeito apareceu principalmente no quantil 90, no qual os produtores estão relacionados a um nível de pobreza multidimensional 0,82% menor do que os demais. No Brasil é comumente discutido o papel do crédito como redutor da pobreza rural. Isso ocorre através do aumento que proporciona na renda rural, dos ganhos de produtividade, às reduções em imperfeições do mercado e devido a um melhor acesso que promove a tecnologias (Gasques *et al.*, 2012; Aquino; Lacerda, 2014; Batista; Neder, 2014; Helfand *et al.*, 2015; Garcias; Kassouf, 2016; Freitas; Silva, 2019; Neves *et al.*, 2020).

A análise da variável raça mostra que produtores não brancos (negros, pardos, amarelos, indígenas) observam maiores níveis de pobreza multidimensional em todos os quantis em comparação com produtores brancos. Em relação ao aspecto regional, os resultados mostram que os produtores das regiões Nordeste, Norte, Sudeste e Centro-Oeste apresentam maiores níveis de pobreza multidimensional em relação aos do Sul (base).

De acordo com Soares *et al.* (2016) as regiões Norte e Nordeste apresentam uma agricultura familiar descapitalizada, tanto em termos de financiamento, quanto de maquinários. As populações do Norte e Nordeste também demonstram os menores acessos a bens - como geladeira e computadores - e a serviços de infraestrutura pública - tais como esgoto e água canalizada. Esses aspectos refletem na incidência da pobreza e extrema pobreza nessas regiões, que é maior em comparação as demais do país.

O acesso a assistência técnica está ligado a um menor nível de pobreza multidimensional em todos os quantis da distribuição. O acesso a essa assistência permite melhorias na qualidade de vida dos produtores rurais e na renda deles através do aperfeiçoamento dos sistemas de produção. E consequentemente, a assistência funciona como um mecanismo redutor da pobreza no meio rural do Brasil (Freitas; Silva, 2019; Neves *et al.*, 2020).

O tamanho do estabelecimento rural também se mostra relevante na análise, já que produtores rurais pequenos, médios e grandes possuem menores níveis de pobreza multidimensional comparados aos produtores muito pequenos (base). Os produtores de estabelecimentos rurais maiores têm um maior acesso ao crédito e a outros serviços, pois a terra é utilizada como garantia para assegurar o cumprimento de obrigações financeiras (Helfand, 2003; Helfand *et al.*, 2011; Aquino; Lacerda, 2014; Freitas; Silva, 2019; Neves *et al.*, 2020).

Os produtores que consumiam parte da produção apresentaram maiores níveis de pobreza em todos os quantis da distribuição, especialmente os quantis 60,75 e 90. Esse resultado indica a vulnerabilidade alimentar enfrentada pelos produtores rurais mais pobres. No que tange a venda de parte da produção, os indivíduos que conseguiam escoar seus produtos para venda, detinham menores níveis de pobreza multidimensional. Isso mostra que a integração ao mercado de produtos agrícolas é relevante no combate à pobreza rural (Buanain *et al.*, 2013; Garcia; Vieira Filho, 2014; Garcias; Kassouf, 2016; Mello, 2018).

Tabela 5 – Estimações da regressão quantílica incondicional, Brasil, 2014

Score (<i>Y</i>)	q30	q45	q60	q75	q90
Crédito rural	-0,0058*** (0,0016)	-0,0057*** (0,0015)	-0,0056*** (0,0018)	-0,0056*** (0,0018)	-0,0082*** (0,0022)
Raça	0,0049*** (0,0009)	0,0049*** (0,0009)	0,0071*** (0,0014)	0,0071*** (0,0014)	0,0082*** (0,0019)
Sindicato rural	-0,0008 (0,0008)	-0,0008 (0,0009)	0,0003 (0,0012)	0,0003 (0,0012)	-0,0018 (0,0018)
Sexo	0,0007 (0,0011)	0,0008 (0,0011)	0,0020 (0,0016)	0,0020 (0,0016)	0,0040 (0,0025)
Experiência	0,00006*** (0,00002)	0,00007*** (0,00003)	-0,00006*** (0,00004)	-0,00007*** (0,00004)	0,00001 (0,00006)
Nordeste	0,0286*** (0,0015)	0,0285*** (0,0015)	0,0436*** (0,0017)	0,0436*** (0,0017)	0,0436*** (0,0022)
Norte	0,0239*** (0,0016)	0,0238*** (0,0016)	0,0358*** (0,0018)	0,0358*** (0,0019)	0,0318*** (0,0025)
Sudeste	0,0158*** (0,0018)	0,0157*** (0,0018)	0,0135*** (0,0019)	0,0135*** (0,0019)	0,0026*** (0,0019)
Centro - Oeste	0,0177*** (0,0022)	0,0177*** (0,0021)	0,0174*** (0,0025)	0,0174*** (0,0025)	0,0047*** (0,0026)
Assistência	-0,0104*** (0,0016)	-0,0104*** (0,0016)	-0,0095*** (0,0017)	-0,0095*** (0,0017)	-0,0076*** (0,0019)
Pequeno	-0,0040*** (0,0009)	-0,0040*** (0,0009)	-0,0094*** (0,0013)	-0,0094*** (0,0013)	-0,0126*** (0,0019)
Médio	-0,0051*** (0,0019)	-0,0050*** (0,0019)	-0,0120*** (0,0024)	-0,0120*** (0,0024)	-0,0146*** (0,0032)
Grande	0,0008 (0,0020)	0,0008 (0,0020)	-0,0064*** (0,0027)	-0,0064*** (0,0027)	-0,0045 (0,0039)
Consome parte da produção	0,0032*** (0,0009)	0,0033*** (0,0009)	0,0081*** (0,0013)	0,0081*** (0,0013)	0,0126*** (0,0019)
Vende a produção	-0,0029*** (0,0008)	-0,0029*** (0,0008)	-0,0064*** (0,0013)	-0,0064*** (0,0013)	-0,0053*** (0,0021)

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados da pesquisa.

Nota 1: ***significante a 1%, **significante a 5%, *significante a 10%; NS - não significativo; Erros-padrão entre parênteses.

Nota 2: Para o quantil 15, o modelo não apresentou resultados significativos.

A seção seguinte apresenta os resultados da decomposição dos diferenciais de pobreza multi-dimensional para um melhor entendimento dos fatores que explicam tais variações ao longo dos quantis de pobreza.

4.4 Decomposição dos diferenciais de pobreza multidimensional – Efeitos do crédito rural

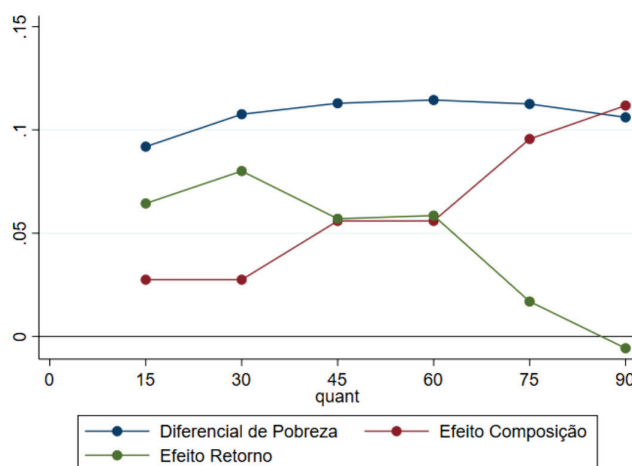
Através da análise dos dados verificou-se diferenças nas características entre os grupos de produtores com e sem acesso ao crédito rural⁴. A presente seção analisa as variáveis que explicam essa diferença no nível de pobreza multidimensional por meio do método que utiliza a decomposição e as regressões RIF em conjunto. O intuito é examinar quanto das diferenças de pobreza entre os grupos de produtores é conferido ao efeito composição e ao efeito retorno. A contribuição de cada variável em cada um dos efeitos abordados é apresentada nas Figuras 1, 2 e 3.

A partir do uso da metodologia de decomposição sugerida por Firpo *et al.* (2007; 2009), pretende-se avaliar o quanto das diferenças da pobreza multidimensional entre os grupos de produtores pode ser atribuída ao efeito composição, ou seja, às diferenças na distribuição das características dos indivíduos, e o quanto pode ser atribuído ao efeito retorno, isto é, às diferenças nos retornos das características entre os produtores. E, serão identificadas ainda a contribuição de cada variável explicativa sobre os efeitos estimados.

O diferencial de pobreza estimado, tal como sua decomposição em seu efeito composição e efeito retorno são apresentados na Figura 1. Esse diferencial mostra que ambos os efeitos são positivos, apontando que as diferenças de pobreza multidimensional entre os produtores são determinadas pelos dois efeitos. Como pode ser visualizado, os produtores que não possuem acesso ao crédito rural estão associados a maiores níveis de pobreza multidimensional em todos os quantis considerados.

Além disso, a partir da mediana da distribuição, verifica-se que para níveis mais elevados de pobreza multidimensional, predomina o efeito composição. Isto significa que é mais importante para os produtores terem acesso as características (tamanho da terra, localização regional, assistência técnica, entre outros). Já para níveis inferiores e intermediários de pobreza multidimensional, há predominância do efeito retorno, ou seja, para os produtores que se enquadram nestes níveis, é mais relevante o retorno oferecido por essas características.

Figura 1 – Decomposição do diferencial de pobreza multidimensional entre produtores sem acesso ao crédito rural e com acesso ao crédito rural.



Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados da pesquisa.

Nota: Para o quantil 15, o modelo apresentou poucos domicílios com quase nenhuma privação.

Na Figura 2, pode-se verificar a decomposição detalhada do efeito composição do diferencial de pobreza multidimensional em cada grupo de características dos produtores rurais. Os resultados constatarem que a localização regional do produtor, o acesso a assistência técnica e o tamanho do

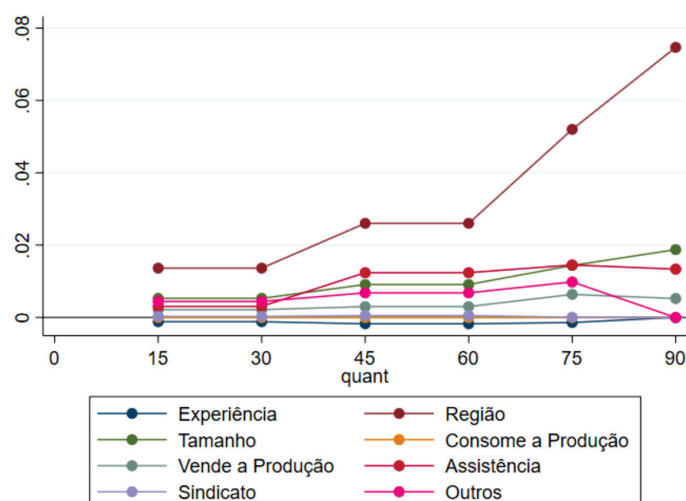
4 Neste estudo também foi realizada uma análise de robustez que está disponível no material suplementar.

estabelecimento rural foram os principais fatores para explicar o maior nível de pobreza multidimensional dos produtores que não tiveram acesso ao crédito rural. O efeito composição explica que os produtores que não receberam crédito sofreram mais privações por estarem em outras regiões do país que não a Sul (base).

No que diz respeito as demais características, o tamanho do estabelecimento rural e o acesso a assistência técnica apresentaram efeitos positivos em todos os quantis analisados, apresentando considerável impacto nos diferenciais de pobreza multidimensional. De fato, os grandes estabelecimentos rurais possuem um acesso preferencial as instituições e a serviços que atuam como redutores da ineficiência e da pobreza. Além de apresentarem um uso massivo de tecnologias e insumos que elevam a produtividade (Helfand, 2003; Helfand *et al.*, 2011).

A prestação de serviços de assistência técnica promove uma maior disseminação do uso de tecnologias adequadas, maior equidade no acesso à informação, maior produtividade e absorção de conhecimentos. Dessa maneira, o acesso a essa assistência reduz a pobreza rural, gerando também um maior desenvolvimento econômico (Freitas; Silva, 2019; Neves *et al.*, 2020).

Figura 2 – Decomposição detalhada do efeito composição do diferencial de pobreza multidimensional (Produtores sem acesso ao crédito rural versus produtores com acesso ao crédito rural)



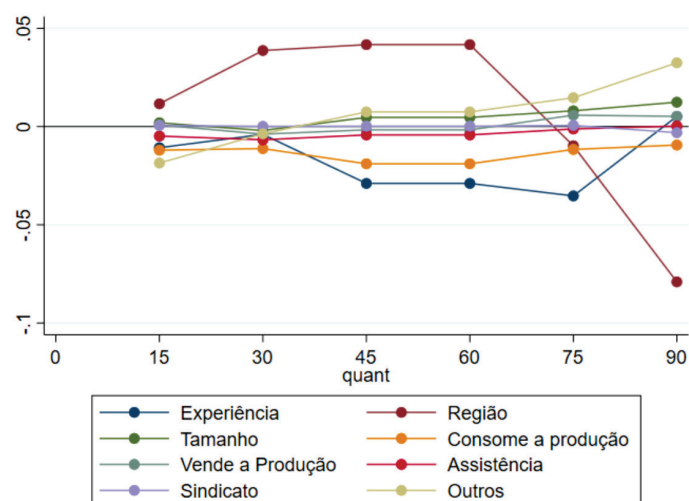
Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados da pesquisa.

Nota: Para o quantil 15, o modelo apresentou poucos domicílios com quase nenhuma privação.

Na Figura 3, é analisada a decomposição detalhada do efeito retorno. O retorno à localização regional apresenta resultados opostos ao longo da distribuição de pobreza. Para os produtores com maior nível de pobreza multidimensional, aqueles inseridos nos quantis 75 e 90, verifica-se um maior retorno para os indivíduos sem acesso ao crédito rural. Dessa maneira, permite-se a redução dos diferenciais de pobreza entre estes e o grupo de produtores com acesso ao crédito rural.

Entre os quantis 30 e 60, verifica-se que as diferenças ao retorno da localização regional aumentam os diferenciais de pobreza multidimensional entre os produtores sem acesso ao crédito e os com acesso. O fato de os indivíduos morarem em regiões do Brasil que não a Sul (base) pode estar dificultando a absorção de conhecimentos, um melhor uso da assistência técnica e do crédito rural. É notória a concentração da oferta de crédito rural e da assistência técnica na região Sul, embora não apresente a maior proporção de produtores rurais do Brasil. As maiores proporções de crédito são direcionadas para onde se tem mais fatores de produção e o principal é o conhecimento (educação) dos produtores (Junqueira; LIMA, 2008; Freitas; Silva, 2019; Neves *et al.*, 2020; Búrigo *et al.*, 2021).

Figura 3 – Decomposição detalhada do efeito retorno do diferencial de pobreza multidimensional (Produtores sem acesso ao crédito rural versus produtores com acesso ao crédito rural)



Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados da pesquisa.

Nota: Para o quantil 15, o modelo apresentou poucos domicílios com quase nenhuma privação.

Os produtores das demais regiões do país conseguiriam um efeito redutor na pobreza multidimensional através do crédito rural se apresentassem as mesmas características dos produtores do Sul (base). A região Sul apresenta particularidades no que diz respeito ao seu processo de colonização iniciado a partir da segunda metade do século 19. Esse processo, realizado por europeus, contribuiu para a constituição de um forte setor agropecuário, além de estabelecer bases para a industrialização regional (Dos Anjos, 2003). A partir da década de 1960, ocorreu um forte processo de modernização agropecuária com a implementação de diversas tecnologias na produção das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do país (De Castro, 2014).

Enquanto a região Sul apresenta um modelo agrícola moderno, no Nordeste e Norte têm-se ainda a prática de uma agricultura rudimentar e atraso tecnológico. Dessa maneira, a agricultura de subsistência dessas regiões absorve a mão-de-obra excedente no campo, causando a reprodução da pobreza entre os indivíduos do meio rural (Nascimento, 2009).

Na distribuição de pobreza multidimensional, as diferenças no retorno aos anos de experiência dos produtores rurais auxiliam a redução do diferencial. Exceto no quantil 90, onde as diferenças no retorno aos anos de experiência apresentam uma pequena ampliação nos diferenciais de pobreza multidimensional entre os produtores que não receberam crédito e os que receberam. Esse resultado sugere que o maior retorno à experiência dos produtores rurais pode compensar, em parte, a falta de crédito rural.

O retorno ao consumo de parte da produção também opera na redução do diferencial de pobreza entre produtores sem crédito e com crédito, demonstrando que esse consumo tende a reduzir a insegurança alimentar dos produtores. Além de minimizar a dependência do mercado para a aquisição de alimentos e os gastos no mesmo (Gazolla; Schneider, 2007).

O retorno a assistência técnica também contribui para redução do diferencial de pobreza multidimensional, indicando que uma melhor absorção das informações e das implementações técnicas, tende a auxiliar os processos de gestão, administração e planejamento nos estabelecimentos rurais. De acordo com Freitas e Silva (2019) a assistência técnica ocasiona um maior equilíbrio no acesso à informação e consequentemente reduz a pobreza rural, além disso aumenta o bem-estar social, a segurança alimentar e o nível de desenvolvimento econômico.

No que tange as variáveis classificadas no grupo outros (sexo e raça), estas colaboram para a elevação do diferencial de pobreza multidimensional entre os grupos de produtores analisados. Para o tamanho dos estabelecimentos rurais, nos quantis superiores da distribuição, constata-se

um aumento do diferencial de pobreza entre os grupos de produtores sem crédito e com crédito. O fato de possuir mais hectares de terra, pode facilitar a diversificação da produção, o aumento da produtividade e a agregação de valor nas fazendas a longo prazo, sendo assim um aspecto importante na redução da pobreza rural (Helfand, 2003; Helfand *et al.*, 2011).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O setor agropecuário brasileiro apresenta grande destaque na economia, sendo relevante tanto internamente como abastecedor da população e como fonte de mão de obra, quanto no mercado externo através das exportações que contribuem com a balança comercial. Mas apesar dos bons resultados, este setor apresenta grande concentração de pobreza e desigualdade de renda entre os seus produtores rurais.

Neste trabalho, primeiramente buscou-se mensurar a pobreza multidimensional entre os produtores rurais do país e posteriormente analisar os efeitos da política de crédito rural sobre a pobreza multidimensional entre esses produtores. Os resultados mostraram que a dimensão com a maior contribuição para a pobreza multidimensional rural no país foi a de educação, com 45,9%. Em seguida, a dimensão de renda e trabalho, apresentou uma contribuição de 34,7%. Já a dimensão de condições habitacionais, computou menor contribuição para a pobreza, com 19,5%. Na análise das grandes regiões brasileiras, as maiores taxas de pobreza multidimensional rural foram encontradas no Nordeste e Norte.

Os resultados da regressão quantílica incondicional apontaram que o acesso ao crédito rural permitiu a redução dos níveis de pobreza multidimensional em todos os quantis analisados. Para a análise regional, o nível da pobreza multidimensional foi maior nas regiões Nordeste, Norte Sudeste e Centro-Oeste na comparação com a Sul (base). No que tange ao acesso a assistência técnica, esse acarretou menores níveis de pobreza em todos os quantis estudados, apresentando inclusive maior efeito do que o crédito na redução do fenômeno. Em relação ao efeito composição, os resultados indicaram que a localização regional, o acesso a assistência técnica e a mais hectares de terra, foram os principais fatores para explicar o maior nível de pobreza multidimensional dos produtores que não recebiam o crédito rural. Para o efeito retorno, verificou-se que maiores retornos à experiência e ao fato do produtor receber os serviços de assistência técnica, podem compensar em parte a falta do crédito rural.

No que diz respeito a política agrícola de combate à pobreza rural, observa-se que o crédito rural é importante, mas insuficiente para erradicar a pobreza. É preciso que essa política seja ofertada de forma mais equilibrada entre as grandes regiões do país e que a política agrícola atue de forma conjunta com a oferta de assistência técnica, com a melhoria da infraestrutura e serviços públicos básicos (como água, educação, saneamento básico). Os resultados deste trabalho indicaram que a ação cooperada do crédito com esses demais fatores promoveria uma ampliação dos seus efeitos sobre a pobreza multidimensional rural.

Para finalizar, sugere-se a realização de outros trabalhos nesse âmbito, já que é de suma importância a averiguação da pobreza multidimensional brasileira para a promoção de justiça social. Nesse sentido, futuros estudos podem desagregar o crédito rural para a análise do Pronaf (Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar), além de utilizar novos indicadores e dimensões para quantificar o fenômeno.

REFERÊNCIAS

- ALKIRE, S.; FOSTER, J. **Counting and Multidimensional Poverty Measurement** (Short Version). Queen Elizabeth House, University of Oxford, 2009.
- ALKIRE, S.; FOSTER, J. Counting and Multidimensional Poverty Measurement. **Journal of Public Economics**, n. 95, p. 476–487, 2011a.
- ALKIRE, S.; ROCHE, J. M.; BALLON, P.; FOSTER, J.; SANTOS, M. E.; SETH, S. Multidimensional poverty measurement and analysis. **Oxford University Press**, USA, 2015.
- ALKIRE, S.; SANTOS, M. E. Measuring Acute Poverty in the Developing World: Robustness and Scope of the Multidimensional Poverty Index. **World Development**, n.59, p. 251-274, 2014.
- AQUINO, J. R. D.; LACERDA, M. A. D. D. Magnitude e condições de reprodução econômica dos agricultores familiares pobres no semiárido brasileiro: evidências a partir do Rio Grande do Norte. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 52, p. 167-188, 2014.
- BARROS, R.P.; HENRIQUES, R.; MENDONÇA, R. Pelo fim das décadas perdidas: educação e desenvolvimento sustentado no Brasil. In: HENRIQUES, R. (Org.). **Desigualdade e pobreza no Brasil**. Rio de Janeiro: IPEA, p. 405-423, 2000.
- BATISTA, H. R.; NEDER, H. D. Efeitos do Pronaf sobre a pobreza rural no Brasil (2001-2009). **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 52, p. 147-166, 2014.
- BOURGUIGNON, F.; CHAKRAVARTY, S. R. The measurement of multidimensional poverty. **Journal of Economic Inequality**, v. 1, n. 1, p. 25-49, 2003.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Exportações do agro ultrapassam US\$ 100 bilhões pela segunda vez na história**. Brasília, DF, 2021. Disponível em:<<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/exportacoes-do-agro-ultrapassam-a-barreira-dos-us-100-bilhoes-pela-segunda-vez>>. Acesso em 02 de maio de 2022.
- _____. **Plano Safra 2019/2020 entra em vigor nesta segunda-feira**. Brasília, DF, 2019. Disponível em:<<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/plano-safra-2019-2020-entra-em-vigor-nesta-segunda-feira>>. Acesso em 05 de maio de 2022.
- BUAINAIN, A. M.; DEDECA, C. S.; NEDER, H. **Características Regionais da Pobreza Rural no Brasil: algumas implicações para políticas públicas**. In: C.Miranda. B. Tiburcio. M. Buainain & C. Dedeca (Orgs.). **A Nova Cara da Pobreza Rural: desenvolvimento e questão regional**. Brasília: IICA, 33-57, 2013.
- BÚRIGO, F. L.; WESZ JUNIOR, V. J.; CAPELLESSO, A. J.; CAZELLA, A. A. C. O Sistema Nacional de Crédito Rural no Brasil: principais continuidades e descontinuidades no período 2003-2014. **Estudos Sociedade e Agricultura**, Rio de Janeiro, v. 29, n. 3, p. 636-668, out. 2021. DOI: <https://doi.org/10.36920/esa-v29n3-6>.
- CODES, A. L. M. de. **A Trajetória do Pensamento Científico sobre Pobreza: em direção a uma visão complexa**. Brasília: IPEA, 2008. (Texto para discussão 1332) Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=4888>. Acesso em 03 de maio de 2022.
- DA SILVA, A. F.; ARAUJO, J. A.; JUSTO, W. R.; CAMPOS, K. C. Análise da pobreza multidimensional no Brasil no período de 2009 a 2015. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 48, n. 2, p. 9-24, 2017.

DE CASTRO, C. N. **A agropecuária na região Sul: limitações e desafios futuros**. Texto para Discussão. IPEA, 2014.

DE DEUS, J. D. B. V., CAMPOS, R. T., CAMPOS, K. C., DE OLIVEIRA, J. L.; CARVALHO, R. M. Análise multidimensional da pobreza rural no Brasil. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 46, n. 1, p. 57-75, 2015.

DINARDO, J.; FORTIN, N.; LEMIEUX, T. Labor market institutions and the distribution of wages, 1973-1992: A semiparametric approach. **Econometrica**, v. 64, n. 5, p. 100-1044, 1995.

DOS ANJOS, F. S. Pluriatividade e desenvolvimento rural no Sul do Brasil. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 20, n. 1, p. 11-44, 2003.

EMBRAPA. Secretaria de Inteligência e Relações Estratégicas (Sire). **O agro no Brasil e no Mundo: uma síntese do período de 2000 a 2020**. Embrapa SIRE, 2021.

FIRPO, S. Efficient semiparametric estimation of quantile treatment effects. **Econometrica**, v. 75, n. 1, p. 259-276, 2007.

FIRPO, S.; FORTIN, N. M.; LEMIEUX, T. Unconditional quantil regressions. **Econometrica**, v. 77, n. 3, p. 953-973, 2009.

FREITAS, C. O; SILVA, F. A. A Extensão Rural contribui para a redução da pobreza? Evidências para o Brasil rural. In: ENABER - ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS REGIONAIS E URBANOS, 27., 2019, Rio de Janeiro. **Anais Eletrônicos...** Rio de Janeiro: Encontro ENABER, 2019. Disponível em:< https://brsa.org.br/wp-content/uploads/wpcf7-submissions/1309/Artigo-pobreza_IDENTIFICADO.pdf>. Acesso em 14 dez. 2022.

FREITAS, C. O; SILVA, F. A; TEIXEIRA, E.C. Crédito rural e desempenho produtivo na agropecuária brasileira. **Uma Jornada Pelos Contrastes do Brasil: Cem anos de Censo Agropecuário**; Vieira Filho, JER, Gasques, JG, Eds, p. 281-294, 2020.

GARCIAS, M. D. O.; KASSOUF, A. L. Impacto do acesso ao crédito rural na produtividade da terra e do trabalho para agricultores familiares brasileiros. **Nova Economia**, v. 26, p. 721-746, 2016.

GARCIA, J. R.; VIEIRA FILHO, J. E. R. **Reflexões sobre o papel da política agrícola brasileira para o desenvolvimento sustentável**. Texto para Discussão, 2014.

GASQUES, J. G., BASTOS, E. T., VALDES, C.; BACCHI, M. R. P. Produtividade da agricultura brasileira e os efeitos de algumas políticas. **Revista de Política Agrícola**, v. 21, n. 3, p. 83-92, 2012.

HELFAND, S. M. **Os determinantes da eficiência técnica no Centro-Oeste brasileiro**. Região e Espaço no Desenvolvimento Agrícola Brasileiro, Rio de Janeiro: IPEA/NEMESIS, 2003.

HELFAND, S. M.; MOREIRA, A. R. B.; FIGUEIREDO, A. M. R. Explicando as diferenças de pobreza entre produtores agrícolas no Brasil: simulações contrafactuais com o censo agropecuário 1995-96. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 49, p. 391-418, 2011.

HELFAND, S. M.; MOREIRA, A. R., & BRESNYAN Jr., E. W. Agricultural productivity and family farms in Brazil: Creating opportunities and closing gaps. **World Bank**, 2015.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2017**. Rio de Janeiro, v. 8, p.1-105, 2019.

- JUNQUEIRA, C. P.; DE LIMA, J. F. Políticas públicas para a agricultura familiar no Brasil. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, v. 29, n. 2, p. 159-176, 2008.
- KOENKER, R.; BASSETT, G. Regression quantiles. **Econometrica**, v. 46, n. 1, p. 33-50, 1978.
- MARINHO, E.; SOARES, F. Impacto do crescimento econômico e da concentração de renda sobre a redução da pobreza nos estados brasileiros. In: ENCONTRO NACIONAL DA ECONOMIA, 31., 2003. Porto Seguro. **Anais...** Porto Seguro: ANPEC, 2003.
- MELLO, J. Estratégias de superação da pobreza no Brasil e impactos no meio rural. Rio de Janeiro: **IPEA**, 2018.
- NASCIMENTO, C. A. A pluriatividade das famílias rurais no Nordeste e no Sul do Brasil: pobreza rural e políticas públicas. **Economia e Sociedade**, v. 18, p. 317-348, 2009.
- NEVES, M. D. C. R.; FREITAS, C. O.; DE FIGUEIREDO S. F.; DE MOURA C. D. R.; BRAGA, M. J. Does Access to Rural Credit Help Decrease Income Inequality in Brazil? **Journal of Agricultural and Applied Economics**, v.52, n.3, p. 440-460, 2020.
- ROCHA, S. **Pobreza no Brasil**: afinal de que se trata? Rio de Janeiro: FGV, 2003. Disponível em:<https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/278399/mod_resource/content/1/3649_001.pdf>. Acesso em 10 de maio de 2022.
- SALAMA, P.; DESTREMAU, B. **O Tamanho da Pobreza**: economia política da distribuição de renda. Rio de Janeiro: Garamound, 1999.
- SAWAYA, A. L.; SOLYMOS, G. M. B.; FLORENCIO, T. M. M. T.; MARTINS, P. A. Os dois Brasis: quem são, onde estão e como vivem os pobres brasileiros. **Estud. Av.** [online], Ago 2003, v. 17, n. 48, p. 21-44, 2003.
- GAZOLLA, M.; SCHNEIDER S. A PRODUÇÃO DA AUTONOMIA: os “papéis” do autoconsumo na reprodução social dos agricultores familiares. **Revista Estudos Sociedade e Agricultura**, Rio de Janeiro: UFRRJ, v. 15, p. 89-122, 2007.
- SEN, A. **Desenvolvimento como Liberdade**. Tradução: Laura Teixeira Motta. São Paulo: Companhia das Letras, 2010.
- SERRA, A. S. **Pobreza multidimensional no Brasil rural e urbano**. Tese (Doutorado em Economia) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Economia, Campinas, 2017.
- SILVA, V. H. M. C.; FRANÇA, J. M. Decompondo o diferencial regional de salários entre Sudeste e Nordeste: uma aplicação da abordagem quantílica incondicional. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 47, n. 3, p. 109-129, 2016.
- SOARES, S.; DE SOUZA, L.; SILVA, W. J.; SILVEIRA, F. G.; CAMPOS, Á. Perfil da pobreza: Norte e Nordeste rurais. **Centro Internacional de Políticas para o Crescimento Inclusivo**. 2016.
- TOLEDO, V. A.; RODRIGUES, C. T. Pobreza Multidimensional no Brasil em 2014. **Revista Economia Ensaios**, v. 34, n. 2, p. 158-179, 2020.

EFETIVIDADE DO *CROSS HEDGING* NO MERCADO FUTURO DO CAFÉ ARÁBICA: MITIGAÇÃO DO RISCO EM UMA AGROINDÚSTRIA CAFEIEIRA

Effectiveness of cross hedging in the arabica coffee future market for mitigating the risk of a coffee agroindustry

Larissa Thawani Franco

Contadora. Bacharel em Ciências Contábeis pela Faculdade de Administração, Ciências Contábeis, Engenharia de Produção e Serviço Social da Universidade Federal de Uberlândia (UFU/FACES – Campus Pontal). Rua Vinte, 1600, UFU/Campus Pontal, Bairro Tupã, Ituiutaba/MG – Brasil, CEP 38304-402. larissatfranco@gmail.com

Josilene da Silva Barbosa

Contadora. Doutora em Ciências Contábeis pelo Programa de Pós-graduação em Ciências Contábeis da Universidade Federal de Uberlândia (UFU/FACIC). Pesquisadora e Professora de Ciências Contábeis na UFU/FACES – Campus Pontal. Rua Vinte, 1600, UFU/Campus Pontal, Bairro Tupã, Ituiutaba/MG – Brasil, CEP 38304-402. josilene@ufu.br

Odilon José de Oliveira Neto

Administrador. Doutor em Administração de Empresas pela Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas (FGV/EAESP). Pesquisador e Professor de Finanças na UFU/FACES – Campus Pontal. Rua Vinte, 1600, UFU/Campus Pontal, Bairro Tupã, Ituiutaba/MG – Brasil, CEP 38304-402. odilonoliveira@ufu.br

Resumo: Este estudo teve como objetivo analisar a efetividade das operações de *cross hedge* no mercado futuro do café arábica da Brasil, Bolsa, Balcão (B3), para a mitigação do risco de preços de compra e venda de café em uma agroindústria cafeeira. As razões ótimas de *cross hedge* foram estimadas a partir dos modelos de variância mínima, heterocedástico autorregressivo generalizado bivariado diagonal *BEKK* e *full hedge*. A série temporal compreende o período entre março de 2018 e dezembro de 2021. A efetividade do *cross hedging* foi estimada a partir de testes dentro e fora da amostra. Os resultados dos testes evidenciaram que as operações de *cross hedge* de compra e de venda no mercado futuro de café arábica mitigam entre 73% e 86% (resultado do teste dentro da amostra) e entre 71% e 89% (resultado do teste fora da amostra) o risco de preços no mercado à vista. Assim sendo, conclui-se que o *cross hedging* no mercado futuro do café arábica da B3 é viável para a agroindústria cafeeira pesquisada, uma vez que essa operação é efetiva na mitigação do risco de variação de preços à vista de compra e venda.

Palavras-chave: Agronegócio; Agroindústria; Comercialização; Cross hedge; Preço.

Abstract: This study aimed to analyze the effectiveness of *cross hedging* in the Arabica coffee future market in B3 – Brazil Stock Exchange and Over-the-Counter Market to mitigate the coffee purchase and selling price risk in a coffee agroindustry. The optimal *cross hedge* ratios were estimated by using the minimum variance model, the *BEKK* diagonal bivariate generalized autoregressive heteroskedasticity model, and the *full hedge model*. The time series covers the period from March 2018 through December 2021. The effectiveness of *cross hedging* was estimated building on tests performed within and out of sample. Test results showed that *cross hedging* for purchasing and selling in the Arabica coffee future market mitigate the respective price risk in 73% to 86% (within sample) and 71% to 89% (out of sample). In conclusion, cross hedging in the B3 future market of Arabica coffee is feasible for the coffee agroindustry under scrutiny, as this operation is effective for mitigating the risk of lump-sum purchase and selling price variations.

Keywords: Agribusiness; Agroindustry; Marketing; Cross hedge; Price.



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

1 INTRODUÇÃO

O mercado de café é exposto a riscos mercadológicos (estoque, oferta, demanda e preço), riscos não sistêmicos (condições climáticas e pragas) e riscos sistêmicos (taxa de juros e câmbio). Além disso, historicamente, o café é um produto agrícola que apresenta alta volatilidade, que é resultante, dentre outros fatores, dos riscos associados ao produto/mercado, o que afeta a tomada de decisão conforme os respectivos interesses dos agentes envolvidos na comercialização (Lamounier, 2006; Ribeiro et al., 2006; Müller, 2007; Rego; Paula, 2012).

O café é um importante produto para o agronegócio brasileiro, setor que em 2020 agregou 26,6% ao Produto Interno Bruto (PIB) do país, com valor monetário equivalente a R\$ 2 trilhões (CNA, 2021). Neste contexto, o Brasil se destaca como líder mundial em produção e exportação de café e ocupa a segunda posição no consumo dessa commodity (ABIC, 2021).

Dada essa relevância e a volatilidade dos preços, vários agentes utilizam instrumentos financeiros para mitigar riscos, destacando-se os contratos futuros. Esses derivativos permitem prefixação de preços com liquidação futura, viabilizando operações de *hedge*. O *hedge* é uma estratégia de proteção contra oscilações de preços, mediante contratos futuros de ativos idênticos aos do mercado físico (Zanotti; Gabbi; Geranio, 2010). Um agricultor (produtor de café) que deseja, por exemplo, minimizar o risco de oscilações de preços do seu produto por meio do *hedge* deve negociar contratos de café no mercado futuro de acordo com a cobertura desejada e com vencimento apropriado.

No mesmo sentido, ressalta-se a existência do *cross hedge*, que consiste na negociação de contratos futuros com especificações de produto semelhantes, mas não idênticas aos ativos a serem protegidos (Oliveira Neto; Garcia, 2013). Assim, uma agroindústria de torrefação pode proteger sua operação com contratos de café em grão, mesmo não havendo derivativo específico para café torrado e moído.

No Brasil, a literatura que trata da temática *hedge* de preços do café se concentrou em analisar a efetividade do *hedge* para os produtores. Esse é o caso das pesquisas de Fileni, Marques e Machado (1999), Pinto e Silva (2001), Müller, Moura e Lima (2008), e Souza, et al. (2017). Assim sendo, foi verificada uma carência de estudos sobre efetividade dessas operações na agroindústria, especialmente em processadoras e distribuidoras-vendedoras de café.

Logo, ao considerar que, na prática, a agroindústria cafeeira lida com a compra da saca do café em grãos ou cru e com a venda do café torrado e/ou moído, hipoteticamente, o *cross hedge* seria uma operação efetiva na proteção contra as variações dos preços do café. Com base no exposto, o presente estudo objetivou analisar a efetividade das operações de *cross hedge* no mercado futuro do café arábica da Brasil, Bolsa, Balcão (B3), na mitigação do risco de preços de compra e venda de café em uma agroindústria cafeeira.

Neste âmbito, vale destacar que ao propor um estudo que tem por base o gerenciamento do risco de preços de uma agroindústria cafeeira atuante em uma das principais regiões produtoras e comercializadoras de café do Brasil, mais especificamente, localizada na mesorregião do Triângulo Mineiro, essa pesquisa corrobora uma análise robusta sobre a efetividade das operações de *cross hedge* de compra e de venda de contratos no mercado futuro de café arábica da Brasil, Bolsa, Balcão (B3), principal derivativo de café negociado no Brasil e um dos principais contratos futuros dessa commodity negociados no mundo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

O café é considerado um dos produtos agrícolas com preços mais voláteis do mundo e apresenta diversos riscos sistêmicos e não sistêmicos associados ao seu mercado. Dentre os riscos não sistêmicos, ressaltam-se os fatores climáticos inerentes ao cultivo. Já em relação aos riscos sistêmicos, encontram-se os fatores de variação bienal da produção, além de fatores tipicamente mercadológicos, como variação de oferta e demanda, o que afeta diretamente o preço de comer-

cialização (Rego, 2012). Diante do desafio da gestão de preços, os mercados de derivativos se destacam por possibilitar aos agentes o posicionamento em *hedge* (proteção), especulação e arbitragem (Martins, 2005).

Dentre os mercados derivativos agropecuários, o mercado futuro se destaca por permitir operações com a finalidade de mitigar as variações temporais dos preços do café e de outras *commodities* agrícolas. Sabe-se que, dentre as possibilidades de posicionamento em relação aos derivativos, os contratos futuros encontram-se entre os mais utilizados para o *hedging*, apresentando-se como ferramentas que visam à redução e/ou proteção no que tange às incertezas mercadológicas, tendo em vista a negociação baseada em estimativas futuras dos preços dos ativos (Galvão, 2000).

Ademais, é no mercado futuro que o *hedge* é predominantemente operado por meio dos derivativos (contratos futuros), especificamente, por meio de títulos de natureza idêntica ou semelhante à dos ativos negociados no mercado à vista. O acervo de estudos em *hedge* contempla, principalmente, análises em operações de *hedge* tradicionais, cujo ativos protegidos são geralmente idênticos aos especificados nos contratos futuros e em estratégias com cobertura completa ou ótima (Galvão, 2000). No Brasil, diversas pesquisas evidenciaram a efetividade das operações de *hedge* na comercialização de diferentes *commodities* agropecuárias. Especificamente, no caso do café, as pesquisas se concentram em analisar a efetividade do *hedge* para o elo produtor (agricultores), como, por exemplo, os estudos de Filene, Marques e Machado (1999), Pinto e Silva (2001), Barros e Aguiar (2005), Fontes, Castro Júnior e Azevedo (2005), Müller (2007), Müller, Moura e Lima (2008), Harzer, *et al.* (2014), Kairalla (2016) e Souza, *et al.* (2017).

O estudo de Fileni, Marques e Machado (1999) teve como objetivo avaliar o uso de *hedge* como instrumento de cobertura de risco para o agronegócio do café brasileiro. Os autores utilizaram séries temporais diárias de preços do cotados em dólar mercado futuro do café arábica na Bolsa de Mercadorias & Futuros (BM&F), e mercado à vista representado pelas principais regiões produtoras de café de Minas Gerais (Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba, Zona da Mata e Sul de Minas Gerais), no período 1995-1998. Os resultados apontaram que os contratos futuros de café negociados na BM&F se mostraram eficazes para o gerenciamento do risco de preços, atingindo altos índices de efetividade.

Pinto e Silva (2001) buscaram verificar a efetividade do *hedge* aplicado ao mercado futuro de café na Bolsa de Mercadorias & Futuros (BM&F), *London International Financial Futures and Options Exchange* (LIFFE) e *New York Board of Trade* (NYBOT). Os resultados demonstraram significativa efetividade de *hedge* na mitigação dos riscos de variação dos preços, com destaque para maior efetividade de *hedge* do café a partir da utilização dos contratos futuros de café da LIFFE.

Barros e Aguiar (2005) também contribuíram para a pesquisa sobre o gerenciamento de risco ao analisarem o comportamento da base do café arábica com vistas ao estabelecimento de estratégias de *hedge*. No estudo, foram investigadas as principais regiões produtoras de café dos estados de Minas Gerais, São Paulo e Paraná, tendo sido utilizadas séries diárias de preços à vista e futuros cotados em dólar no período compreendido entre junho de 1998 e dezembro de 2003. O preço da base foi estimado pela diferença entre o preço à vista e preço de um contrato futuro do café arábica, tendo sido o risco estimado a partir do desvio-padrão da base no período estudado.

Em suma, Barros e Aguiar (2005) concluíram haver oportunidades de ganho para *hedgers*. Além disso, os pesquisadores verificaram que os contratos futuros com vencimento em março e maio apresentaram os maiores riscos de base devido às maiores incertezas vivenciadas nos meses que antecedem a nova safra. Apurou-se também que as maiores rentabilidades com operações de *hedge* de venda ocorrem com aquelas iniciadas no segundo semestre do ano. Fontes, Castro Júnior e Azevedo (2005) também focaram na verificação da base e do risco de base da atividade cafeeira de importantes municípios produtores de café dos estados de Minas Gerais e São Paulo e corroboraram boa parte das conclusões apontadas por Barros e Aguiar (2005).

Semelhante à pesquisa de Fileni, Marques e Machado (1999), os estudos de Müller (2007) e Müller, Moura e Lima (2008) objetivaram comparar a efetividade de diferentes estratégias de *hedge* aplicadas ao mercado futuro de café arábica no Brasil. Os resultados demonstraram que a estratégia com melhor desempenho em proteção contra o risco de preços foi a dinâmica (pelo uso de modelos heterocedásticos) de cobertura ótima (razão ótima de *hedge*), haja vista a redução de, aproximadamente, 20% do risco de preços no mercado à vista. Apesar do melhor desempenho, a estratégia dinâmica apresentou níveis de efetividade semelhantes aos obtidos via estratégia estática (modelo de variância mínima baseado no método dos mínimos quadrados ordinários).

Na seara dos estudos que avaliaram o desempenho do *hedge* a partir de modelos dinâmicos de estimação, destaca-se a investigação de Harzer *et al.* (2014), que estimaram os coeficientes da razão ótima de *hedge* e os de sua efetividade e demonstraram as alterações desses valores ao longo do tempo. Os coeficientes foram calculados para cada mês de vencimento dos contratos futuros de café arábica, bem como por períodos específicos de duração das operações de *hedge*. Nesse caso, foram utilizadas séries diárias de preços transformadas em médias mensais do período compreendido entre janeiro de 2005 e maio de 2011.

Harzer *et al.* (2014) também constataram que a razão ótima de *hedge* máxima estimada foi de 1,27 para os contratos vencidos em março de 2007, com efetividade de 82,06%, e mínima de 0,43 para os contratos vencidos em julho de 2010, com efetividade de 55,04%. Já a efetividade máxima calculada para todos os períodos foi apurada para contratos vencidos em julho de 2011, com 97,95%, e a mínima de 42,30% para os vencidos em dezembro de 2006. Quando esses mesmos coeficientes foram calculados por prazos fixos de duração do *hedge*, a eficiência máxima constatada foi para aqueles com vencimento em sessenta dias, com efetividade máxima de 99,28%, e a mínima de 95,62% para o período de 240 dias.

Diferentemente da maioria dos estudos que abordaram a efetividade do *hedge* do café no Brasil, que se focaram, principalmente, no gerenciamento do risco de preços ao nível do elo produtor, Kairalla (2016) se propôs a analisar qual seria a principal estratégia de *hedge* para o exportador de café, considerando as principais regiões brasileiras produtoras da *commodity*. Para isso, o autor utilizou o modelo de *hedge* de variância mínima para estimação da razão ótima de *hedge*. Os resultados mostraram que a estratégia de *hedge* simultâneo dos preços e câmbio foi o mais eficiente na redução do risco.

Dentre os estudos mais recentes sobre operações de *hedge* para proteção do risco de preços do café, destaca-se a investigação de Souza *et al.* (2017), que avaliaram a eficiência das estratégias sem *hedge*, *hedge* simples (*naïve*), *hedge* estático (modelos baseados no método dos mínimos quadrados ordinários) e *hedge* dinâmico (pelo uso de modelos heterocedásticos) na gestão de risco dos preços do café das principais regiões brasileiras produtoras de café. Os achados da pesquisa mostraram que a eficiência do *hedge* estático e do *hedge* dinâmico foi superior à das demais estratégias, mais precisamente, sem *hedge* e de cobertura completa.

Sobre os trabalhos que avaliaram a efetividade do *hedge* na comercialização do café (Filene; Marques; Machado, 1999; Pinto; Silva, 2001; Barros; Aguiar, 2005; Fontes; Castro Júnior; Azevedo, 2005; Müller, 2007; Müller; Moura; Lima, 2008; Harzer, *et al.*, 2014; Kairallak, 2016; Souza, *et al.*, 2017), há que se destacar a similaridade entre os resultados, pois praticamente todas as investigações evidenciaram significativa efetividade das operações de *hedge*.

Além dos estudos que utilizam o uso de contratos futuros como instrumento de *hedging* e sua efetividade, destacam-se também estudos que se baseiam no *cross hedging*, que é ferramenta derivada do *hedge* tradicional. O *cross hedging*, de acordo com Anderson e Danthine (1981), caracteriza-se por operações em que, devido, principalmente, à escassez de ativos derivativos idênticos aos dos produtos comercializados no mercado físico (à vista), são utilizados contratos futuros de produtos semelhantes a fim de que, conforme o nível de correlação, atinja-se um nível de efetividade próximo ao das operações de *hedge*. Diversos estudos apontam que esse instrumen-

to é capaz de produzir níveis de efetividade tão bons quanto os níveis observados nas operações de *hedge* convencionais.

O acervo de estudos do nível de efetividade em operações de *cross hedge* em mercados do Brasil e América Latina é relativamente escasso. Dentre esses estudos, destaca-se o de Maia e Aguiar (2010), os quais utilizaram modelos baseados no método dos mínimos quadrados ordinários para prospecção da efetividade do *cross hedge* ou capacidade de minimização do risco de variações de preços a partir de dados extraídos de contratos futuros de soja da BM&F. O intuito da pesquisa foi comparar os níveis de efetividade do *hedging* e do *cross hedging* entre diferentes praças produtoras de soja do Brasil. Nesse estudo, concluiu-se que as operações de *cross hedge*, apesar de apresentarem maior nível de retorno, produziram maior incerteza e risco quando comparadas às operações de *hedge*.

Em pesquisa anterior, Martins e Aguiar (2004) haviam analisado o nível de efetividade do *cross hedging* em contratos futuros de soja da *Chicago Board of Trade* (CBOT) no gerenciamento do risco de preços da soja de importantes praças produtoras do Brasil. O resultado desse estudo apontou que a capacidade de minimização do risco ficou abaixo dos 60%. Já o estudo de Santiago e Mattos (2014) buscou avaliar se as operações de *cross hedge* em contratos futuros de etanol hidratado brasileiro e etanol anidro americano seriam capazes de proteger, com nível de efetividade relevante, as variações e incertezas nos preços do mercado de açúcar cristal brasileiro. A estratégia de *cross hedging* foi utilizada pelos pesquisadores devido à ausência de derivativos idênticos que pudessem ser utilizados para consecução do *hedging*. Como resultado, concluiu-se que as operações não apresentaram efetividade adequada que permita minimamente o uso do *cross hedging* como estratégia de gerenciamento de risco de preços.

No que tange aos estudos brasileiros que tratam do *cross hedging*, vale ressaltar que a pesquisa de Oliveira Neto e Garcia (2013) foi uma das pioneiras na utilização de modelos estatísticos que consideram a dinamicidade dos mercados para o cálculo da razão ótima de *cross hedge*. A partir do modelo heterocedástico BEKK de Engle e Kroner (1995), os autores avaliaram o nível de efetividade das operações de *cross hedge* envolvendo contratos futuros do boi gordo brasileiro com a finalidade de mitigação do risco de preços dos bovinos de corte argentinos, especificamente, em se tratando dos novilhos precoces e adultos. O resultado do estudo apontou que as operações de *cross hedge* foram capazes de minimizar o risco dos preços à vista em 79,12% e 97,52% dos novilhos precoces e adultos argentinos, respectivamente.

No Brasil, quanto ao âmbito legal, a prática de *hedge* é regulamentada pelo CMN (Conselho Monetário Nacional) e BACEN (Banco Central) por meio da Resolução nº 4.948, de 30 de setembro de 2021, que revogou a Resolução nº 3.312, de 31 de agosto de 2005 e trouxe maior amplitude e flexibilidade às operações de *hedge*, especialmente, em operações cambiais e internacionais. Já em relação ao âmbito contábil, o *hedge* deve ser estabelecido conforme prevê o CPC (Comitê de Pronunciamentos Contábeis) 48, que se baseia na IFRS (*International Financial Reporting Standards*, ou, em português, Normas Internacionais de Relatórios Financeiros). Em ambos os cenários, não há distinções explícitas entre a regulação, à luz da Resolução nº 4.948, ou no âmbito contábil, à luz do CPC 48/IFRS 9, que distingam as práticas entre *hedging* e *cross hedging*, ou seja, ambas são tecnicamente consideradas *hedging*.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Tendo em vista o objetivo do estudo de analisar a efetividade das operações de *cross hedge* no mercado futuro do café arábica da Brasil, Bolsa, Balcão (B3), na mitigação do risco de preços de compra e venda de café em uma agroindústria cafeeira, optou-se pela realização de uma pesquisa quantitativa do tipo descritiva, devido, principalmente, à necessidade da utilização de modelos estatísticos para a mensuração da razão e da efetividade do *cross hedging*, bem como da descrição dos resultados (Cardoso, 2003). A operação de *cross hedge* no mercado futuro do café arábica da B3 direcionada para gestão do risco de preços na agroindústria cafeeira em estudo foi estimada

para a proteção do risco de preços da compra da saca do café arábica (com características não idênticas aos negociados no mercado futuro da B3) e para a venda do café industrializado (torrado e moído). A caracterização como *cross hedging* se deve ao fato de os produtos cobertos (protegidos) pela operação apresentarem características díspares ao especificado no contrato futuro de café arábica negociado no mercado futuro da B3.

No que se refere aos dados da pesquisa, as séries de preços à vista e futuros utilizados compreendem o período de março de 2018 a dezembro de 2021. As séries de preços à vista se referem aos preços em reais à vista de compra e de venda do café praticados por uma agroindústria cafeeira localizada na mesorregião do Triângulo Mineiro, Estado de Minas Gerais. Essas séries foram obtidas a partir das médias aritméticas dos preços do café praticados pela agroindústria. Assim sendo, obtiveram-se uma série de preços médios mensais (de compra – café em grãos) e uma série de preços médios semanais (de venda – café torrado e moído) praticados pela agroindústria.

Quanto aos preços futuros do café arábica na B3, informa-se que esses foram obtidos junto ao Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA) da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ) da Universidade do Estado de São Paulo (USP). A partir das séries diárias de preços futuros já convertidos de dólares para valores em reais – procedimento adotado com base na pesquisa de Fontes, Castro Júnior e Azevedo (2005). Assim sendo, foram calculadas as séries de preços médios mensais e semanais com o intuito de se calcularem as estimativas de *cross hedging* de compra e de venda para a agroindústria. No caso dos preços futuros, têm como base os preços de negociação referentes aos contratos do café arábica tipo 4/5 (bebida dura ou melhor) cotados por saca de 60 quilogramas e liquidados por entrega física no vencimento ou financeira por reversão de posição do contrato futuro negociado na B3 sob o código ICF.

Para o cálculo da razão ótima de *cross hedge*, foi aplicado, primeiramente, o modelo de variância mínima de Ederington (1979), baseado no método MQO (Mínimos Quadrados Ordinários). A razão ótima no modelo de variância mínima é estimada a partir da equação 1 a seguir.

$$\Delta_s = \alpha + \beta \Delta_f + u_t \quad (1)$$

Em que: α é uma constante da regressão; Δ_s e Δ_f representam as variações dos preços à vista e futuros; β é a razão de *hedge* ou *cross hedge* de variância mínima ou ótima; e u_t é o termo do erro da estimação pelos mínimos quadrados ordinários.

Esse modelo, apesar de ter sido amplamente utilizado para o cálculo da razão ótima de *hedge*, assim como para a análise da efetividade do instrumento, baseia-se em estimativa estática que não considera a dinâmica das variações de preços, ou volatilidade, podendo, conseqüentemente, apresentar problemas analíticos e decisórios. Acerca disso, Bitencourt, Silva e Sáfadi (2006) abordam em seu estudo que os modelos baseados em MQO, ao considerarem um coeficiente constante para a razão ótima de *hedge*, assumem que os riscos entre os mercados à vista e futuros são atemporais, não aderindo às mudanças e condições dinâmicas naturais desses mercados.

Logo, ao considerar a limitação de uso dos modelos baseados no método MQO para estimação da razão ótima de *hedge*, optou-se pela utilização do modelo BEKK (GARCH) de Engle e Kroner (1995), que considera a dinamicidade das variações nos preços (heterocedasticidade). Segundo Brook, Davies e Kin (2004), as volatilidades condicionais que são observadas nas variações de preços dos mercados geram mudanças na variância e covariância ao longo do tempo e, por essa razão, deve-se considerar os ajustes de variância e covariância conforme mudanças condicionais da volatilidade para que o modelo seja devidamente ajustado e produza uma regra preditiva com maior efetividade em detrimento de modelos constantes (estáticos). Seguindo o exposto no estudo de Oliveira Neto e Garcia (2013), foi utilizada, para estimação da matriz de covariância mínima,

a parametrização da matriz com base no modelo GARCH multivariado de Engle e Kroner (1995), conforme a equação 2.

$$H_t = C'C + \sum_{i=1}^q A'_i \varepsilon_{t-1} \varepsilon'_{t-i} + \sum_{j=1}^p B_j H_{t-j} B_j \quad (2)$$

Em que: A_i , B_j e C são matrizes ($n \times n$), com $n = 2$ (bivariado) e C é determinado como a matriz triangular superior e; p e q são as ordens do modelo e; n é o número de séries utilizadas. Conforme modelo exposto por Engle e Kroner (1995), para inclusão de todas as possibilidades de representações vetoriais positivas, estabelece-se a equação 3 (Boutouria; Abid, 2010 apud Oliveira Neto; Garcia, 2013).

$$\begin{cases} R_{s_t} = \mu_s + e_{s_t} \\ R_{f_t} = \mu_f + e_{f_t} \end{cases} \quad \& \quad e_t \left| \Psi_{t-1} = \begin{bmatrix} e_{s_t} \\ e_{f_t} \end{bmatrix} \right| \Psi_{t-1} \sim N(0, H_t) \quad (3)$$

Em que: e_{s_t} e e_{f_t} são os distúrbios encontrados; Ψ_{t-1} são os dados disponíveis no tempo; $t - 1$ é a função de densidade normal bivariada; e H_t é uma matriz de covariância condicional definida positiva no tempo t , especificada conforme equação 4.

$$\begin{cases} H_t = \begin{bmatrix} h_{s_t}^2 & h_{s_f t} \\ h_{s_f t} & h_{f_t}^2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \gamma_{ss} & 0 \\ \gamma_{sf} & \gamma_{ff} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \gamma_{ss} & 0 \\ \gamma_{sf} & \gamma_{ff} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \alpha_{ss} & \alpha_{sf} \\ \alpha_{sf} & \alpha_{ff} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} e_{s_{t-1}}^2 & e_{s_{t-1}} e_{f_{t-1}} \\ e_{s_{t-1}} e_{f_{t-1}} & e_{f_{t-1}}^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \alpha_{ss} & \alpha_{sf} \\ \alpha_{sf} & \alpha_{ff} \end{bmatrix} \\ + \begin{bmatrix} \beta_{ss} & \beta_{sf} \\ \beta_{sf} & \beta_{ff} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} h_{s_{t-1}}^2 & h_{s_{f_{t-1}}} \\ h_{s_{f_{t-1}}} & h_{f_{t-1}}^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_{ss} & \beta_{sf} \\ \beta_{sf} & \beta_{ff} \end{bmatrix} \end{cases} \quad (4)$$

Em que: $h_{s_f t}$ é a covariância condicional dos preços à vista e futuros; $h_{s_t}^2$ e $h_{f_t}^2$ são as variâncias condicionais dos preços à vista e futuros do café arábica, sendo os parâmetros desconhecidos determinados por $\theta = \{\mu_s, \mu_f, \gamma_{ss}, \gamma_{ff}, \gamma_{sf}, \alpha_{ss}, \alpha_{ff}, \alpha_{sf}, \beta_{ss}, \beta_{ff}, \beta_{sf}\}$ e podem ser estimados pela maximização da função log de verossimilhança em relação à θ onde T é o número total de observações, conforme equação 5.

$$L(\theta) = -T \log(2\pi) - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^T \log |H_t(\theta)| - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^T e_t(\theta)' H_t^{-1}(\theta) e_t(\theta) \quad (5)$$

Logo, o modelo *BEKK* (1,1), a ser aplicado, conforme os estudos de Oliveira Neto e Garcia (2013), é matematicamente apresentado na equação 6.

$$\begin{cases} h_{s,t} = C_{ss} + \alpha_{22}^2 \varepsilon_{s,t-1}^2 + \beta_{22}^2 h_s \\ h_{s_f,t} = C_{sf} + \alpha_{11} \alpha_{22} \varepsilon_{s,t-1}^2 + \beta_{11} \beta_{22} h_{sf} \\ h_{f,t} = C_{ff} + \alpha_{11}^2 \varepsilon_{f,t-1}^2 + \beta_{11}^2 h_f \end{cases} \quad (6)$$

A derivação resulta na equação 7, que é a base para a estimação da razão ótima de *cross hedge*.

$$h_t = \text{cov}(\Delta S_t, \Delta f_t | \Omega_{t-1}) / (\Delta f_t | \Omega_{t-1}) \quad (7)$$

Em que: ΔS_t e Δf_t são as variações absolutas dos preços à vista e futuros; Ω_{t-1} é a matriz de covariância condicional; e h_t é a razão ótima de *cross hedge*. Além da aplicação dos modelos de variância mínima de Ederington (1979) e o modelo BEKK de Engle e Kroner (1995) para estimar a razão ótima de *cross hedge*, foi também utilizada a estratégia de cobertura completa (*full hedge*), que considera a negociação de contratos futuros em igual proporção ao volume de produtos a serem protegidos, ou seja, ajuíza a razão ótima igual a 1.

Após estimar as razões ótimas de *cross hedging* a partir dos modelos selecionados, foi avaliada, na sequência, a efetividade do uso dessas estimativas na mitigação do risco na compra da saca do café em grãos e venda do café industrializado. Assim sendo, a efetividade das operações de *cross hedge* foi estimada com base na equação utilizada por Oliveira Neto e Garcia (2013), que estabelece que a estimativa de efetividade do *cross hedging* deve ser calculada a partir da equação 8.

$$e_{ch} = 1 - \frac{var(H^*)}{var(U)} \quad (8)$$

Em que: e_{ch} é a efetividade do *cross hedging*; $var(U) = \sigma_s^2$ é a variância da carteira não protegida; $var(H^*) = \sigma_s^2 + h^{*2}\sigma_f^2 - 2h^*\sigma_{sf}^2$ é a variância mínima da carteira protegida; σ_f^2 é a variância dos preços futuros; σ_{sf}^2 é a covariância entre os preços à vista e futuros; e ch^* é a razão ótima do *cross hedging*.

Dada a equação para mensuração da efetividade do *cross hedging*, estabelecem-se as seguintes hipóteses a serem testadas:

$H_0 = e_{ch} \leq 0,70$ o *cross hedging* não é efetivo, e

$H_1 = e_{ch} > 0,70$ o *cross hedging* é efetivo.

Assim sendo, caso rejeitada a hipótese H_0 de não efetividade, não se rejeita a H_1 , cujo valor estimado multiplicado por 100 representa o percentual de efetividade do *cross hedging* no mercado futuro na mitigação do risco de preços do mercado à vista.

4 RESULTADOS E ANÁLISES

As séries de preços do café arábica nos mercados futuro e à vista são apresentadas na Figura 1 e compreendem o período de março de 2018 a dezembro de 2021. Sobre a série de preços à vista exposta na Figura 1, exprime-se o comportamento dos preços médios mensais em reais de compra do café praticados por uma agroindústria cafeeira localizada na mesorregião do Triângulo Mineiro, Estado de Minas Gerais. Já a série de preços futuros compreende os preços médios mensais cotados em reais praticados nas negociações-liquidações dos contratos futuros do café arábica na Bolsa, Balcão (B3) – convertidos monetariamente (dólar americano para real brasileiro) conforme especificado na seção anterior do presente artigo.

Com base na Figura 1, verificou-se uma certa estabilidade e proximidade entre os preços à vista e futuros no período 2018-2019. Todavia, a partir de 2020, identificou-se maior volatilidade nos preços futuros e distanciamento desses se comparados aos preços à vista. Supostamente, isso se deve à maior volatilidade causada pela alta contínua nos preços durante o período pandêmico da SARS-COVID-19, que também foi marcado por maior desvalorização cambial do real brasileiro frente ao dólar americano, sendo fatores que, hipoteticamente, afetam a precificação e contribuem para ampliação do volume das exportações do café brasileiro.

Ao final de 2020, observou-se um aumento mais expressivo dos preços nos mercados à vista e futuro do café arábica. Assim, é possível inferir que o fenômeno esteja relacionado à queda na oferta do produto que, em parte, se deve a ocorrências climáticas nesse período, haja vista o recor-

de de geadas e de estiagem – as maiores dos últimos 30 anos (CNA, 2021). A variação de preços, em ambos os mercados, foi superior a 130% no ano de 2021, sendo esse um fenômeno inercial hipoteticamente derivado do período pandêmico e de fatores climáticos supracitados. Observou-se também que os preços do café arábica no mercado futuro da B3 são predominantemente superiores aos preços de compra no mercado à vista praticados pela agroindústria cafeeira. Justifica-se que tal observação está relacionada à característica da *commodity* (café arábica) especificada nos contratos futuros, cujo índice de pureza é alto – característica que não se assemelha totalmente ao produto negociado-adquirido pela agroindústria cafeeira.

Figura 1 – Preços à vista de compra do café (em grãos) e futuros do café arábica (em reais por saca)

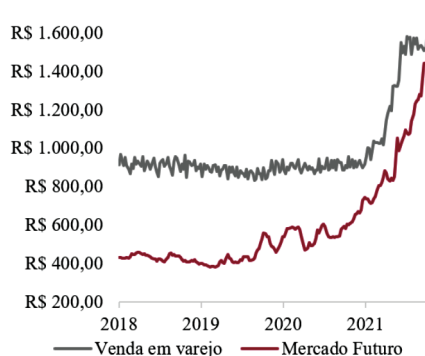


Fonte: Dados da pesquisa

Em continuidade à observância e análise do comportamento de preços, são apresentadas, na Figura 2, as séries de preços do café arábica nos mercados futuro e à vista. Nessa ilustração, a série de preços futuros compreende os preços médios semanais cotados em reais praticados nas negociações-liquidações dos contratos futuros do café arábica na Brasil, Bolsa, Balcão (B3) – convertidos monetariamente (para real brasileiro) conforme especificado na seção anterior do presente artigo. Já a série de preços do mercado à vista abarca o comportamento dos preços médios semanais em reais de venda do café moído e torrado praticados pela agroindústria cafeeira.

Ainda na Figura 2, observa-se uma maior estabilidade de preços no período 2018-2019, assim como maior similaridade no comportamento da volatilidade dos preços futuros e à vista de venda praticados pela agroindústria cafeeira. Verificou-se também que, em 2020, os preços de negociação dos contratos futuros de café aproximaram-se dos valores de venda praticados pela agroindústria cafeeira. Infere-se que esse comportamento observado na Figura 2 esteja associado à resistência de preços de venda para o varejo no mercado à vista frente às pressões do ambiente mercadológico no período, que envolveram, principalmente, a pandemia SARS-COVID-19 e a desvalorização cambial. Já a partir de 2021, foi verificada maior proximidade entre os preços futuros e à vista de venda para o varejo.

Figura 2 – Preços à vista de venda do café (torrado e moído) e futuros do café arábica (em reais por saca)



Fonte: Dados da pesquisa

Após à análise primária do comportamento de preços à vista de venda para o varejo do café moído e torrado e dos preços futuros do café arábica na B3, apresenta-se, na Tabela 1, a estatística descritiva dos preços à vista (venda/distribuição/varejo) e futuros. Acerca da estatística descritiva dos preços de venda do café torrado e moído para o varejo, observou-se que a média de preços se manteve cerca de 40% superior à dos preços futuros na data do vencimento dos contratos no mercado futuro. Essa diferença é justificada pelo fato de o ativo protegido tratar-se de um produto industrializado, cujo valor agregado ao processamento (torrefação e moagem) encontra-se na composição dos preços de negociação com o varejo. Quanto à análise das estimativas de dispersão dos preços à vista de venda e preços futuros, observou-se que o mercado futuro apresentou maior volatilidade de preços em relação à série de preços da venda para o varejo no mercado à vista. Em resumo, o mercado futuro apresentou coeficiente de variação superior se comparado ao estimado para os preços de venda ao varejo. Assim, pelo teste de Jarque e Bera (1987), foi rejeitada a hipótese nula de normalidade das séries.

Tabela 1 – Estatística descritiva dos preços médios semanais de venda do café (distribuição/varejo) e futuros do café arábica (em reais por saca) entre 03/2018 e 12/2021

Estatísticas	Venda/Distribuição/Varejo	Mercado Futuro
Média	991,97	598,96
Mediana	909,30	493,44
Máximo	1708,80	1470,52
Mínimo	831,60	379,49
Desvio-Padrão	211,77	261,69
Coeficiente de variação	21,35%	43,69%
Assimetria	2,07	1,80
Curtose	5,86	5,51
Teste de Jarque-Bera	212,74	160,99
<i>p-valor</i>	0,0000	0,0000
Observações	200	200

Fonte: Dados da pesquisa.

Quanto à análise da estatística descritiva das séries de preços médios mensais de compra do café pela agroindústria cafeeira e preços médios mensais do café arábica no mercado futuro da B3, os resultados encontram-se expostos na Tabela 2. Observa-se que os preços do café arábica negociados no mercado futuro foram superiores em, aproximadamente, 38% aos preços de compra do café no mercado à vista. Quanto ao coeficiente de variação, infere-se, novamente, que a série de preços no mercado futuro são mais voláteis quando comparadas as variações dos preços de compra do café no mercado à vista.

Tabela 2 – Estatística descritiva dos preços médios mensais de compra do café (em grãos) e futuros do café arábica (em reais por saca) entre 03/2018 e 12/2021

Estatísticas	Compra/Agroindústria	Mercado Futuro
Média	372,38	597,79
Mediana	316,24	488,14
Máximo	804,55	1452,15
Mínimo	278,46	384,35
Desvio-Padrão	134,26	261,52
Coeficiente de variação	36,05%	43,75%
Assimetria	1,90	1,80
Curtose	5,47	5,50

Estatísticas	Compra/Agroindústria	Mercado Futuro
Teste de Jarque-Bera	39,41	36,90
<i>p</i> -valor	0,0000	0,0000
Observações	46	46

Fonte: Dados da pesquisa

Na sequência, são apresentadas, na Tabela 3, as estimativas de correlação linear entre os preços do café arábica no mercado futuro e os preços de compra do café em grãos no mercado à vista e preços de venda (distribuição/varejo) do café pela agroindústria cafeeira. Essa medida de associação linear é um procedimento preliminar indicativo ou não da possibilidade efetiva de se proteger um ativo do mercado à vista em um mercado futuro adjacente, isto é, o que é possível desde que esses ativos apresentem correlação estatisticamente significativa.

Tabela 3 – Correlação linear entre os preços à vista do café (venda-distribuição/varejo e compra-agroindústria) e preços futuros do café arábica

Estatísticas de Correlação Linear	Venda/Distribuição/Varejo	Compra/Agroindústria
Correlação de Pearson	0,9278	0,8610
Estatística <i>t</i>	34,9888	11,2295
<i>p</i> -valor	0,0000	0,0000

Fonte: Dados da pesquisa.

Na Tabela 3, pode ser observado que a associação linear entre os preços de venda do café para o varejo e os preços no mercado futuro do café arábica na B3 apresenta correlação alta e positiva de, aproximadamente, 93%, sendo estatisticamente significativa ao nível de 1%. Quanto à associação linear entre os preços de compra do café pela agroindústria cafeeira, também se verificou correlação alta e positiva de, aproximadamente, 86% com os preços no mercado futuro de café arábica da B3 ao nível de significância estatística de 1%. Essas estimativas sugerem a possibilidade potencial de efetividade nas operações de *cross hedge* de compra e venda por parte da agroindústria cafeeira, utilizando-se contratos de café arábica do mercado futuro da B3. A associação linear verificada corrobora o exposto por Wang e Yau (1994), os quais afirmaram que, quanto maior é a associação entre os mercados futuro e à vista, maior será a probabilidade de descoberta da razão ótima de contratos futuros para trava de um preço objetivo.

Após a análise descritiva dos preços, seguem-se os testes para verificação da estacionariedade das séries realizados a partir do teste de raiz unitária aumentado de Dickey e Fuller (1981), cuja finalidade é de também apontar a ordem de integração das séries, que são elementos tidos como essenciais para consecução do teste de hipótese de efetividade do mercado futuro na mitigação do risco. O teste da raiz unitária foi realizado, primeiramente, em nível (série original dos preços à vista e futuros), tendo sido atestados, pelos valores da estatística *d* de Durbin e Watson (1951), problemas de autocorrelação.

Em seguida, pelo teste da raiz unitária na primeira diferença (série de retornos dos preços à vista e futuros), registrou-se que as séries de preços são estacionárias e não apresentam problemas de autocorrelação na primeira diferença. Esses procedimentos foram os mesmos adotados por Franco, Oliveira Neto e Machado (2016) ao estudarem a efetividade das operações de *hedge* para o etanol de Pernambuco e Alagoas no mercado futuro da BM&FBovespa. Na sequência, foi realizado o teste ARCH-LM para verificação da hipótese de homoscedasticidade, conforme sugerido por Tsay (2013). Os resultados para as séries de preços à vista e futuros apontaram para rejeição da hipótese de homoscedasticidade, sugerindo que são heterocedásticas, o que assinala que todas as séries em estudo podem adequadamente ser representadas por modelos GARCH.

Finalizados os testes de verificação de estacionariedade e heterocedasticidade das séries de preços nos mercados à vista e futuros, o estudo segue com a exposição da razão ótima e da efeti-

vidade do *cross hedging* estimadas a partir da aplicação do modelo de variância mínima (VM) de Ederington (1979). Os cálculos foram realizados em observações dentro da amostra (período entre março de 2018 e dezembro de 2021) e fora dela. O teste fora da amostra foi gerado pelo método *bootstrap* com período igual a um terço da amostra, abrangendo período de um ano. Os resultados são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Razão ótima de *cross hedge* pela aplicação do modelo de variância mínima

Coeficientes do Modelo de VM	Venda/Distribuição/Varejo	Compra/Agroindústria
<i>a</i>	542,2698	108,1470
<i>ch</i>	0,7508*	0,4420*
<i>p</i> -valor da estatística <i>t</i>	0,0000	0,0000
Estatísticas do Modelo de VM	Venda/Distribuição/Varejo	Compra/Agroindústria
Estatística <i>F</i>	1224,2160	126,1006
<i>p</i> -valor (<i>F</i>)	0,0000	0,0000
<i>R</i> ²	0,8608	0,7413
<i>R</i> ² _{Ajustado}	0,8601	0,7355
<i>LV</i>	-1157,2220	-259,0564
<i>AIC</i>	11,5922	11,3503
<i>SBC</i>	11,6252	11,4298
<i>DW</i>	0,3356	0,5690
Teste in-sample (dentro da amostra)	Venda/Distribuição/Varejo	Compra/Agroindústria
var(<i>ch</i>) - var da carteira do <i>ch</i>	6243,8548	4663,0474
Desvio de e%	3,7312	5,0860
e% (efetividade do <i>ch</i>)	86,0781	74,1330
Teste out-of-sample (fora da amostra)	Venda/Distribuição/Varejo	Compra/Agroindústria
var(<i>ch</i>) - var da carteira do <i>ch</i>	6439,3376	3101,1407
Desvio de e%	5,3278	3,2761
e% (efetividade do <i>ch</i>)	71,6146	89,2669

Fonte: Dados da pesquisa.

Notas: (VM) modelo de variância mínima de Ederington (1979), (*ch*) é a razão ótima de *cross hedge*, (*LV*) Log-verossimilhança, (*AIC*) critério de informação de Akaike, (*SBC*) critério de informação de Schwarz, (*DW*) estatística *d* de Durbin e Watson e (*) coeficientes do modelo VM estatisticamente significantes ao nível de 1%.

Ao observar os coeficientes estimados a partir do modelo de variância mínima, conforme apresentado na Tabela 4, nota-se que as razões ótimas de *cross hedge* são estatisticamente significantes a nível de 1% em todas as séries testadas (venda/distribuição/varejo e compra/agroindústria). Com relação à efetividade das operações de *cross hedge* a partir do modelo de variância mínima, todos os testes rejeitaram a hipótese da não efetividade com mitigação de risco superior a 70%. Em análise dos testes dentro da amostra, observa-se que os contratos de café arábica no mercado futuro da B3 apresentaram maior efetividade na minimização do risco de variação de preços para a venda (distribuição/varejo) do café moído e torrado pela agroindústria cafeeira, haja vista o nível de efetividade tendo atingido, aproximadamente, 86%.

A efetividade das operações de *cross hedge* a partir do mercado futuro do café arábica da B3 para minimização do risco de variação de preços de compra do café em grãos no mercado à vista por parte da agroindústria cafeeira apresentou nível próximo a 74%. Com relação aos testes executados fora da amostra, os resultados apresentados são inversos aos encontrados pelos testes dentro da amostra, haja vista a efetividade superior nas operações de *cross hedge* na compra do café pela agroindústria cafeeira a partir dos contratos de café arábica do mercado futuro da B3. Os níveis de efetividade para as operações de *cross hedge* (venda/distribuição/varejo) e *cross hedge* (compra/agroindústria) com dados fora da amostra foram iguais a 71,16% e 89,27%, respectivamente.

Analisada a efetividade das operações *cross hedge* obtidas pela aplicação da razão ótima do modelo de variância mínima de Ederington (1979), apresentam-se, a seguir, os resultados da efetividade a partir da aplicação da razão ótima do modelo heterocedástico autorregressivo generalizado bivariado diagonal *BEKK* de Engle e Kroner (1995). Os cálculos e estimativas apresentadas na Tabela 5 foram realizados dentro e fora da amostra em conformidade com os testes da Tabela 4.

Tabela 5 – Razão ótima de *cross hedge* pela aplicação do modelo heterocedástico *BEKK*

Coefficientes do Modelo BEKK (1,1)	Venda/Distribuição/Varejo	Compra/Agroindústria
c_{11}	404,3442*	285,3506*
c_{12}	27,1171	16,8059
c_{22}	45,2962	-12,6194
a_{11}	0,7433*	64,1230
a_{22}	0,6980*	1,0264*
b_{11}	0,6372*	0,6132*
b_{22}	0,7105*	0,5180*
n	895,6044	0,8889
Estatísticas do Modelo BEKK	Venda/Distribuição/Varejo	Compra/Agroindústria
LV	-2149,8130	-493,4289
AIC	21,5881	21,8447
SBC	21,7366	22,2025
Equação da Razão de <i>Cross hedge</i>	Venda/Distribuição/Varejo	Compra/Agroindústria
Cov	67554,8100	43452,9400
Var	97078,2600	92329,7600
ch	0,6959	0,4706
Teste in-sample (dentro da amostra)	Venda/Distribuição/Varejo	Compra/Agroindústria
$var(ch)$ - var da carteira do ch	6450,5100	4719,0069
Desvio de e%	3,7925	5,1164
e% (efetividade do ch)	85,6173	73,8225
Teste out-of-sample (fora da amostra)	Venda/Distribuição/Varejo	Compra/Agroindústria
$var(ch)$ - var da carteira do ch	6363,7945	3111,4486
Desvio de e%	5,2965	3,2816
e% (efetividade do ch)	71,9476	89,2312

Fonte: Dados da pesquisa

Notas: (*BEKK*) modelo heterocedástico autorregressivo generalizado bivariado diagonal *BEKK* de Baba *et. al.* (1990) e Engle e Kroner (1995), (LV) log-verossimilhança, (AIC) critério de informação de Akaike, (SBC) critério de informação de Schwarz, (n) coeficiente da distribuição t , (*) coeficientes do modelo *BEKK* estatisticamente significantes ao nível de 1%, (W_{t-1}) é a matriz de covariância condicional, $Cov(\Delta S_{t-1}, \Delta F_{t-1})$ é a covariância entre os preços à vista e futuros, $Var(\Delta F_{t-1})$ é a variância dos preços futuros e, (ch) é a razão ótima de *cross hedge*.

Ao analisar a Tabela 5, observa-se que os valores obtidos pelo modelo *BEKK* são similares àqueles obtidos a partir do modelo de variância mínima. Nota-se também que a razão ótima para o *cross hedge* (venda/distribuição/varejo) pelo modelo *BEKK* é superior à razão ótima para o *cross hedge* a partir do modelo de variância mínima com valores iguais a 0,6959 e 0,7508, respectivamente. Na prática, a diferença entre as razões ótimas, caso haja mesmo nível de efetividade entre os modelos, resulta em maior dispêndio financeiro por parte da agroindústria cafeeira, o que se deve ao maior volume de contratos para a carteira a ser protegida (*hedgeada*) e às obrigações com as chamadas de margens de garantia diárias (em inglês, *margin calls*).

Para os testes dentro da amostra nas operações de *cross hedge*, notou-se efetividade próxima a 85% de mitigação do risco, que é um patamar muito similar ao obtido pela aplicação da razão ótima do modelo de variância mínima. O mesmo resultado é obtido ao avaliar a efetividade das operações de *cross hedge* a partir dos dados fora da amostra, cujo modelo de variância mínima apresentou percentual em mitigação do risco muito próximo ao obtido pelo uso da razão ótima estimada pelo modelo *BEKK*, porém com maior aporte em contratos futuros de café.

Quanto aos resultados de efetividade do *cross hedging* obtidos por meio da razão ótima de *cross hedge* estimada pelo modelo *BEKK* voltada para o gerenciamento do risco de preços de compra por parte da agroindústria cafeeira, foram observados níveis de efetividade semelhantes aos obtidos pelo uso da razão ótima de *cross hedge* do modelo de variância mínima.

Entretanto, ao comparar as razões ótimas de *cross hedge*, observa-se que aquela estimada pelo modelo *BEKK* apresenta maior aporte em contratos futuros. Assim, dado o mesmo nível de efetividade em relação ao modelo de variância mínima, sugere-se maior economicidade pelo uso da razão ótima de *cross hedge* do último devido aos eventuais dispêndios com as chamadas de margens, que são obrigações acessórias dos *hedgers* que operam em mercados futuros com o intuito de gerenciamento de risco de preços do mercado à vista.

Conclui-se, portanto, que ambos os modelos de variância mínima e heterocedástico admitem o gerenciamento de risco de preços em patamares muito semelhantes. Entretanto, na prática, ao considerar essa informação, deve-se avaliar a proporção de aporte em contratos futuros do café arábica na B3. Logo, ao considerar os dispêndios associados aos contratos de mercados futuros, conclui-se que o modelo *BEKK* apresentou melhor aplicabilidade para as operações de *cross hedge* voltadas ao gerenciamento do risco de venda do café (distribuição/varejo). Em contrapartida, o modelo de variância mínima apresentou melhor aplicabilidade para as operações de *cross hedge* direcionadas ao gerenciamento do risco de compra do café pela agroindústria cafeeira.

Embora, na presente pesquisa, tenha sido adotada a estratégia de *cross hedge* devido à falta de produto de igual característica no mercado futuro, destaca-se que os resultados encontrados corroboram os dos estudos de Fileni, Marques e Machado (1999), Pinto e Silva (2001), Müller, Moura e Lima (2008), Kairalla (2016) e Souza, *et al.* (2017). Tais estudos encontraram que o *hedge* é efetivo na mitigação dos riscos de variação de preços do café para o produtor, enquanto esta pesquisa verificou a efetividade do *cross hedge* na agroindústria cafeeira, tanto na compra do café em grãos, quanto na venda do café torrado e moído.

Na sequência, conforme delineado nos procedimentos metodológicos desta investigação, foram avaliadas as estratégias de *full hedge* ou cobertura completa. Os resultados são apresentados na Tabela 6 e dizem respeito a operações com proporção de um para um entre o produto negociado no mercado físico e ativo usado para realização do *cross hedging*.

Tabela 6 – *Cross hedging* completo (*full hedge*)

Teste in-sample (dentro da amostra)	Venda/Distribuição/Varejo	Compra/Agroindústria
<i>ch</i>	1,0000	1,0000
var(<i>ch</i>) - var da carteira do <i>ch</i>	10496,2538	25957,7854
Desvio de e%	4,8377	11,9998
e% (efetividade do <i>ch</i>)	76,5965	0,00
Teste out-of-sample (fora da amostra)	Venda/Distribuição/Varejo	Compra/Agroindústria
<i>ch</i>	1,0000	1,0000
var(<i>ch</i>) - var da carteira do <i>ch</i>	9288,1982	40149,9991
Desvio de e%	6,3987	11,7881
e% (efetividade do <i>ch</i>)	59,0565	0,00

Fonte: Dados da pesquisa

Nota: o *cross hedge* completo não atingiu efetividade para a agroindústria cafeeira (testes dentro e fora da amostra). O *cross hedge* completo não atingiu efetividade para o varejo no teste fora da amostra. (*ch*) é a razão ótima de *cross hedge* pela estratégia de cobertura completa – *full hedge*.

Ao observar, na Tabela 6, os resultados obtidos na estratégia de *full hedge* para minimização da variação dos preços de venda do café e preços de compra pela agroindústria cafeeira, concluiu-se que a aplicabilidade dessas estratégias é inadequada devido ao fato de a efetividade estimada ser inferior à encontrada se comparada, quando adotadas as estratégias por meio dos modelos dinâmicos (*BEKK*) e estáticos (*VM*), caracterizadas pelo cálculo e uso de razões ótimas de *cross hedge*.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O gerenciamento de risco é muito importante para a sustentabilidade econômica das empresas. O *hedge*, estratégia que permite a trava de preços a partir de operações inversas em ativos de características idênticas, e o *cross hedge*, a partir de estratégias com utilização de ativos de fundamentos semelhantes, são tidas como ferramentas essenciais para mitigação de riscos e incertezas de diversos mercados-preços. Nesse sentido, este estudo objetivou analisar a efetividade das operações de *cross hedge* no mercado futuro do café arábica da Brasil, Bolsa, Balcão (B3) para a mitigação do risco de preços de compra e venda de café em uma agroindústria cafeeira.

Os resultados demonstraram que as operações de *cross hedge* para a compra do café utilizado no processamento da agroindústria cafeeira são efetivas com o uso da razão ótima calculada a partir do modelo de variância mínima e do modelo heterocedástico *BEKK*. As projeções com testes fora da amostra também apresentaram alta efetividade para ambos os modelos de estimação (*VM* e *BEKK*). As operações de *cross hedge* projetadas para a mitigação do risco de variação dos preços de venda (distribuição/varejo) também apresentaram resultados efetivos para ambos os modelos de estimação e testes dentro e fora da amostra.

Ao avaliar os resultados gerais obtidos nesta pesquisa, pode-se afirmar que as operações de *cross hedge* são viáveis para agroindústrias cafeeiras. Todavia, ressalta-se que a agroindústria cafeeira avaliada não aplica essas estratégias em seu negócio. Esse ponto, que pressupõe a prática de não utilização dessa estratégia por determinados elos da cadeia produtiva cafeeira, é corroborado por Müller, Moura e Lima (2008), que afirmam que produtores de café arábica, geralmente, não adotam qualquer estratégia para mitigação de risco da variação de preços. Portanto, é certo que produtores de café e agroindústrias cafeeiras têm assumido riscos financeiros potencialmente evitáveis em suas operações.

Como elemento limitante da presente pesquisa, destaca-se o uso de séries temporais de preços médios mensais e semanais e a cotação em moeda nacional (real) e não em dólar americano (moeda de cotação – contrato futuro da B3) para o cálculo da razão ótima e efetividade das operações de *cross hedge* na mitigação do risco de preços de compra e de venda do café da agroindústria cafeeira. Diante disso, fez-se necessária a conversão da série de preços futuros de dólar americano para o real brasileiro, o que, em hipótese, pode resultar em alguma perda de informação associada a possíveis erros de conversão monetária. Mesmo diante da possibilidade dessa limitação, sugere-se que estudos futuros também verifiquem a efetividade das operações de *hedge* e *cross hedge* de outros produtos agrícolas de modo a promover/incentivar a adoção/aplicação e o desenvolvimento dessas estratégias de mitigação do risco de preços por parte dos agentes que atuam nas mais diversas cadeias produtivas agroindustriais brasileiras.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, R. W.; DANTHINE, J. P. Cross hedging. **The Journal of Political Economy**, v. 89, n. 6, p. 1182-1196, dez. 1981. ISSN: 0022-3808. Disponível em: <https://www.journals.uchicago.edu/doi/pdf/10.1086/261028>. Acesso em: 28 abr. 2023.

BARROS, A. M.; AGUIAR, D. R. D. Gestão do risco de preço de café arábica: uma análise por meio do comportamento da base. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Rio de Janeiro, v. 43, n. 3, p. 443-464, jul./set. 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-20032005000300003>. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/resr/v43n3/27741.pdf>. Acesso em: 17 dez. 2018.

BRASIL. Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA). Café. Brasília, 2021.

_____. Associação Brasileira da Indústria de Café (ABIC). Estatísticas. Brasília, 2021.

_____. Comissão de Valores Mobiliários (CVM). Deliberação CVM Nº 763, 2016.

BROOKS, C.; DAVIES, R. J.; KIN, S. S. **Reducing basis risk for stocks by cross hedging with matched futures**. ISMA Centre discussion papers in finance, 2004. Disponível em: <http://www.icmacentre.ac.uk/pdf/discussion/DP2004-16.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2012.

CARDOSO, J. **Metodologia da pesquisa**. Brasília: Universidade Católica de Brasília, 2003.

DICKEY, D. A.; FULLER, W. A. Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root. **Journal Of The Econometric Society**, v. 49, n. 4, p. 1057-1072, 1981. DOI: <https://doi.org/10.2307/1912517>. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/1912517>. Acesso em: 16 mai. 2023.

DURBIN, J.; WATSON, G. S. Testing for serial correlation in least-squares regression II. **Biometrika**, v. 38, n. 1/2, p. 159-177, jun. 1951. DOI: <https://doi.org/10.2307/2332325>. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/2332325>. Acesso em: 28 abr. 2023.

EDERINGTON, L. H. The hedging performance of the new futures markets. **The Journal of Finance**, v. 34, p. 157-170, 1979. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/pdf/2327150.pdf>. Acesso em: 16 mai. 2023.

ENGLE, R. F.; KRONER, K. F. Multivariate Simultaneous Generalized ARCH. *Econometric Theory*, v. 11, p. 122-150, 1995. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/3532933>. Acesso em: 16 mai. 2023.

FILENI, D. H.; MARQUES, P. V.; MACHADO, H. M. O risco de base e a efetividade do hedge para o agronegócio do café em Minas Gerais. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, v. 1, n.1, p. 42-50, jan./jun. 1999. ISSN: 2238-6890. Disponível em: <http://www.revista.dae.ufla.br/index.php/ora/article/view/300/297>. Acesso em: 20 mar. 2022.

FONTES, R. E.; CASTRO JÚNIOR, L. G.; AZEVEDO, A. F. Estratégia de comercialização em mercados derivativos: descobrimento de base e risco de base da cafeicultura em diversas localidades de Minas Gerais e São Paulo. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 2, p. 382-389, mar/abr. 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542005000200016>. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cagro/v29n2/a16.pdf>. Acesso em: 17 dez. 2018.

FRANCO, F.; OLIVEIRA NETO, O.; MACHADO, W. B. Efetividade das operações de hedge para o etanol de Pernambuco e Alagoas no mercado futuro da BM&FBovespa. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 47, p. 49-64, jan./mar. 2016. ISSN eletrônica (on line) 2357-9226. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/revista/index.php/ren/article/view/589/467>. Acesso em: 28 abr. 2023.

GALVÃO, A. B. C.; PORTUGUAL, M. S.; RIBEIRO, E. P. Volatilidade e causalidade: evidências para o mercado a vista e futuro de índices de Ações no Brasil. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, p. 37-56, Jan-Mar 2000. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-71402000000100002>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbe/a/wGzPwZhFNKWtmySsKS7FMFd/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 15 set. 2021.

HARZER, J. H.; SILVA, W. V.; SOUZA, A.; DEL CORSO, J. M. Efetividade do hedge de variância mínima no mercado futuro de café negociado na BM&FBovespa. **Revista Custos e @gronegócio on line**, v. 10, n. 1, p. 169-189, jan./mar. 2014. ISSN 1808-2882. DOI: <https://doi.org/10.5902/1983465913003>. Disponível em: <http://www.custoseagronegocioonline.com.br/numero1v10/hedge.pdf>. Acesso em: 08 jan. 2019.

JARQUE, C. M.; BERA, A. K. A Test for Normality of Observations and Regression Residuals. **International Statistical Review**, v. 55, n. 2, p. 163-172, 1987. DOI: <https://doi.org/10.2307/1403192>. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/1403192>. Acesso em: 16 mai. 2023.

KAIRALLA, J. C. **Avaliação do risco e o impacto do hedge simultâneo de preços e câmbio para o exportador de café no Brasil**. 2015, 101 f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo, 2015. DOI: 10.11606/D.11.2016.tde-14122015-092754. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11132/tde-14122015-092754/pt-br.php>. Acesso em 28 abr. 2023.

RIBEIRO, K. C. S.; SOUSA, A. F.; ROGERS, P. Preços do café no Brasil: variáveis preditivas no mercado à vista e futuro. **Revista de gestão USP**, v. 13, n. 1, p. 11-30, 2006. DOI: 10.5700/issn.2177-8736.rege.2006.36547. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001551508>. Acesso em: 28 abr. 2023.

LAMOUNIER, W. M. Análise da volatilidade dos preços no mercado spot de cafés do Brasil. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, v. 8, n. 1511-2016-131256, p. 160-175, 2006. ISSN 2238-6890. Disponível em: <http://www.revista.dae.ufla.br/index.php/ora/article/view/166>. Acesso em: 28 abr. 2023.

MAIA, F. N. C. S.; AGUIAR, D. R. D. Estratégias de hedge com os contratos futuros de soja da Chicago Board of Trade. **Gestão Produção**, v. 7, n. 3, p. 617-626, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-530X2010000300014>. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/gp/v17n3/14.pdf>. Acesso em: 04 jan. 2019.

MARQUES, P. V.; MELLO, P. C.; MARTINES FILHO, J. G. **Mercados futuros e de opções agropecuárias**. Departamento de Economia, Administração e Sociologia da ESALQ/USP, Piracicaba, SP, Brasil. Série Didática nº D-129, 2006. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/76254993/2006-marques-mercado-futuro-e-opcoes-agropecuarias>. Acesso em: 28 abr. 2023.

MARTINS, C. M. F. **A volatilidade nos preços futuro do café brasileiro e seus principais elementos causadores**. 2005. 154 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/2025>. Acesso em: 28 abr. 2023.

MÜLLER, C. A. S. **Análise da efetividade das estratégias estáticas e dinâmicas de hedge para o mercado brasileiro de café arábica**. 2007, 132 f. Tese (Doutorado em economia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007. Disponível em: <https://www.livrosgratis.com.br/ler-livro-online-7189/analise-da-efetividade-das-estrategias-estaticas-e-dinamicas-de-hedge-para-o-mercado-brasileiro-de-cafe-arabica>. Acesso em: 28 abr. 2023.

MÜLLER, C. A. S.; MOURA, D. A.; LIMA, E. J. Análise comparativa entre estratégias de Hedge com base em modelos estáticos e dinâmicos para contratos futuros de café arábica. In: XLVI CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, 46., 2008, **Anais...** Rio Branco: Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 2008 p. 1-21. DOI: 10.22004/ag.econ.113187. Disponível em: <https://ageconsearch.umn.edu/record/113187>. Acesso em: 25, Set. 2021.

OLIVEIRA NETO, O.J.; GARCIA, F.G.; *Cross hedging* do novilho argentino no mercado futuro do boi gordo brasileiro. **Custos e @gronegócio on line**. v. 9, n. 2, p. 117-151, Abr./Jun. 2013.

ISSN 1808-2882. Disponível em: <http://www.custoseagronegocioonline.com.br/numero2v9/Hedge%20cruzado.pdf>. Acesso em 20, Mar. 2022.

PINTO, W. J.; SILVA, O. M. Efetividade *do* hedging em contratos de café no mercado mundial. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória, **Anais...** Vitória: Consórcio Brasileiro de Pesquisas e Desenvolvimento do Café, 2001. p. 1-9. Disponível em: http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/spcb_anais/simposio2/economia16.pdf. Acesso em: 28 abr. 2023.

REGO, R. B.; PAULA, O. F. O mercado futuro e a comercialização de café: influências, riscos e estratégias com o uso do Hedge. **Revista Gestão e Conhecimento**, v. 7, n. 1, p. 1-26, mar./jun. 2012. ISSN 1808-6594. Disponível em: <https://www.pucpcaldas.br/graduacao/administracao/revista/artigos/v7n1/v7n1a1.pdf>. Acesso em: 27 Set. 2021.

SANTIAGO, L. A.; MATTOS, L. B. Análise de operações de cross hedge para o Mercado de Açúcar Cristal no Brasil. **Perspectiva Econômica**, v. 10, n. 2, p. 122-132, 2014. DOI: DOI:10.4013/pe.2014.102.05. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/285305426_Analise_de_operacoes_de_cross_hedge_para_o_mercado_de_acucar_cristal_no_Brasil. Acesso em: 28 abr. 2023.

SOUZA, W. A. R.; COSTA, A. R. R.; CAVALCANTE, T. S. B.; ZANCAN, C.; MARQUES, P. V. Avaliação de Eficiência de Estratégias de Hedge para o Risco de Preço do Café do Brasil com o Uso de Contratos da BM&FBovespa. **Revista de Administração da UFSM**, v. 10, n. 5, p. 908-928, 2017. DOI: 10.5902/19834659.13003. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reaufsm/article/view/13003/pdf>. Acesso em: 09 jan. 2019.

TSAY, R. S. **Multivariate time series analysis: with r and financial applications**. John Wiley & Sons: 2013.

WANG, G. H. K.; YAU, J. A time series approach to testing for market linkage: unit root and cointegration tests. **Journal of Futures Markets**, v. 14, n. 4, p. 457-474, June. 1994. DOI: <https://doi.org/10.1002/fut.3990140407>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/fut.3990140407>. Acesso em: 28 abr. 2023.

ZANOTTI, G.; GABBI, G.; GERANIO, M. Hedging with futures: efficacy of garch correlation models to european electricity markets. **Journal of International Financial Markets, Institutions & Money**. v. 20, p. 135–148, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2009.12.001>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1042443109000535>. Acesso em: 28 abr. 2023.