

ANÁLISE EVOLUTIVA DO PRONAF BIOECONOMIA NAS REGIÕES BRASILEIRAS, 2018-2023

Maria Avyla Batista da Silva¹, Eliane Pinheiro de Sousa²

Resumo: Diante da importância da agricultura familiar e da preocupação com formas de produção sustentáveis, o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF) tem destinado subprogramas à linha verde, sendo que um desses é o PRONAF Eco (atual PRONAF Bioeconomia). Este subprograma se propõe financiar projetos sustentáveis que busquem recuperação e conservação ambiental para melhoria da capacidade produtiva da propriedade. Nesse contexto, o presente estudo objetiva descrever a evolução da oferta de crédito do PRONAF Bioeconomia nas regiões brasileiras, fazendo um comparativo de 2018 e 2023, assim como mensurar o efeito dos contratos desse subprograma do PRONAF sobre a dimensão ambiental, representada aqui pela emissão de metano do setor agropecuário. Para tal, o trabalho utiliza análise tabular e gráfica e modelo de dados em painel para o período de 2018 a 2023. Verificaram que as regiões Sul e Sudeste se destacaram com as maiores aderências a esta linha de crédito para as atividades agrícola e pecuária nos dois anos analisados, porém a região Nordeste conquistou o maior crescimento entre 2018 e 2023. Por fim, os resultados do modelo econométrico de efeitos aleatórios indicaram relação positiva do PRONAF Bioeconomia sobre as emissões de metano agropecuário nas regiões brasileiras durante o período analisado.

Palavras-chave: agricultura familiar; Pronaf Bioeconomia; regiões brasileiras.

ANALYSIS OF THE EVOLUTION OF PRONAF BIOECONOMICS IN THE BRAZILIAN REGIONS, 2018-2023

Abstract: In view of the importance of family farming and the concern with sustainable production ways, the National Program for Strengthening Family Farming (PRONAF) has allocated subprograms to the green line, with one of these being Pronaf Eco (currently Pronaf Bioeconomics). This subprogram is meant to fund sustainable projects aimed at environmental recovery and conservation with a view to improve the property's production capacity. In this context, this study aims to describe the evolution of the PRONAF Bioeconomics credit in the Brazilian regions, conducting a comparison between 2018 and 2023, as well as measuring the effect of the contracts of this PRONAF subprogram on the environmental dimension, represented here by the issuance of methane from the agricultural sector. In order to do that, the study uses tabular and graphical analysis and

-
- 1 Graduada em Ciências Econômicas pela Universidade Regional do Cariri (URCA) e Bolsista de Iniciação Científica PIBIC CNPq. Universidade Regional do Cariri (URCA).
 - 2 Pós-Doutora em Economia Aplicada pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo (USP) e Professora Associada do Departamento de Economia e do Programa de Pós-Graduação em Economia Regional e Urbana da Universidade Regional do Cariri (URCA).

-- ARTIGO RECEBIDO EM 31/01/2024. ACEITO EM 27/05/2024. --

panel data model for the period 2018 to 2023. Verified that the South and Southeast regions stood out with the highest rates of adherence to this credit line for agricultural and animal farming activities in the two years under analysis, however, the Northeast region achieved the highest growth between 2018 and 2023. Finally, the results of the random effects econometric model indicated a positive relationship between PRONAF Bioeconomics and agricultural methane emissions in Brazilian regions during the period analyzed.

Keywords: family farming; Pronaf Bioeconomics; brazilian regions.

1 INTRODUÇÃO

A agricultura familiar desempenha um papel fundamental na produção agrícola brasileira, pois busca suprir a demanda do mercado interno de itens básicos que compõem as cestas de consumo e contribui na geração de emprego e renda na economia. Dados do Censo Agropecuário de 2017 (IBGE, 2024) apontaram que essas unidades representam por volta de 77% de todos os estabelecimentos agropecuários do país. Mesmo diante dessa expressiva relevância, essa classe de produtores rurais enfrentou a negligência e o esquecimento por parte das ações governamentais, dada a ausência de políticas públicas específicas para desenvolver e modernizar suas atividades (Castro, Resende, Pires, 2014; Grisa; Schneider, 2014; Araújo; Vieira Filho, 2018; Souza, Rebello, Santos, 2021). Desse modo, segundo esses autores referenciados, fazia-se necessária a adoção de uma política agrícola que apoiasse os pequenos produtores rurais. Destarte, na última metade dos anos 1990, mais especificamente, em 1995, nasce o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF) e, garantida por ele, o fomento e a disseminação de políticas destinadas a essa classe. Assim, o agricultor familiar, mediante o financiamento de projetos, passa a ser estimulado de forma produtiva, monetária e empregatícia.

O PRONAF é uma das políticas públicas com maior relevância na determinação de avanços sociais, econômicos, ambientais e tecnológicos no que tange ao fortalecimento da agricultura familiar brasileira. Suas atividades são divididas em duas principais linhas de atuação: o crédito de custeio e investimento e o Pronaf infraestrutura e serviços municipais (Schneider, Cazella, Mattei, 2021). Silva *et al.* (2023) corroboram a relevância dessa política pública para a agricultura familiar, uma vez que se estimula a diversificação das atividades agrícolas nas propriedades familiares por meio do financiamento subsidiado de serviços agropecuários e não agropecuários. Lopes e Almasy Junior (2023) complementam que esse programa busca prover investimentos às atividades agropecuárias desenvolvidas essencialmente em estabelecimentos rurais gerenciados por pessoas da mesma família. Schneider *et al.* (2021) destacam que o maior número de beneficiários observado na linha de crédito é reflexo das progressivas melhoras nas condições de financiamento, promovendo fácil acesso aos recursos.

Segundo Oliveira (2021), o PRONAF tem inovado em termos do público-alvo, como também em relação às formas de produção. Atualmente essa política atende cerca de 18 subprogramas, em que se ressalta a “linha verde”, que utiliza formas de produção sustentáveis e contempla os subprogramas: PRONAF Eco (atual PRONAF Bioeconomia), PRONAF Semiárido, PRONAF Floresta e o PRONAF Agroecologia. Araújo e Vale (2013) apontam que alguns pesquisadores da área postulam a necessidade de que essa linha verde de crédito do PRONAF ofereça maiores debates e subsídios, com o intuito de alocar, de

maneira positiva, os interesses dos agricultores em inovar suas atividades por meio do fomento ambiental. Desse modo, torna-se imprescindível aprimorar o conhecimento das possibilidades apresentadas por essas linhas de crédito, além da sua significativa relevância na promoção do desenvolvimento rural.

Dentre esses subprogramas da linha verde, destaca-se o PRONAF Eco, que iniciou sua operacionalização no biênio 2007/2008, com o intuito de financiar projetos sustentáveis que busquem recuperação e conservação ambiental para melhoria da capacidade produtiva da propriedade (Oliveira, 2021). É oportuno salientar que a Resolução Nº 4.828, promulgada em junho de 2018, alterou o nome do PRONAF Eco para PRONAF Bioeconomia, portanto, adotou-se essa terminologia no presente trabalho.

Outrossim, o PRONAF Bioeconomia concede financiamentos aos produtores rurais familiares, pessoas físicas, para aplicarem recursos na utilização de tecnologias de energia renovável, tecnologias ambientais, armazenamento hídrico, pequenos aproveitamentos hidroenergéticos, silvicultura e adoção de práticas de proteção ambiental e de correção da acidez e fertilidade do solo (Silva *et al.*, 2023). A esse respeito, Fossá *et al.* (2023) complementam que tal subprograma tem buscado o financiamento de investimentos em técnicas que minimizam o impacto da atividade rural ao meio ambiente, assim como possibilitam ao agricultor melhor convívio com o bioma em que sua propriedade esteja incluída.

Dados do Banco Central do Brasil (BCB, 2024) mostram que, em 2023, o PRONAF Bioeconomia apresentou uma adesão de 17.453 contratos e o valor destinado a esses foi de R\$1.102.421.232,16. Desagregando esses dados às regiões brasileiras, observa-se maior aderência desta linha de crédito na região Sul com uma participação de cerca de 68% do total dos contratos, seguida pela região Sudeste com 20%, Nordeste com 10%, Centro-Oeste e Norte com 1% cada. Evidencia-se, então, que o PRONAF Bioeconomia assume importância quanto à produção com moldes sustentáveis, além de fortalecer o relacionamento produtor-ecossistema, contudo, conforme os dados supracitados, sua distribuição regional é assimétrica e pouco difundida, carecendo de um aprimoramento de estudos empíricos a esse respeito.

Embora recentemente Oliveira (2021); Fossá *et al.* (2023); Lopes e Almassy Junior (2023); e Silva *et al.* (2023) tenham buscado contribuir com a literatura acerca desse subprograma, não discutiram no âmbito das regiões brasileiras. Tais regiões foram objetos de estudos de Siqueira (2017); Sousa *et al.* (2017) e Noronha (2023), que consideraram, respectivamente, os períodos de 2000 a 2016; 2013 a 2015; e 2013 a 2022, abordando o crédito rural do PRONAF, porém sem delimitar especificamente o PRONAF Bioeconomia.

Posto isto, o presente artigo se propõe descrever a evolução da oferta de crédito do PRONAF Bioeconomia nas regiões brasileiras, fazendo um comparativo entre os anos de 2018 e 2023, assim como mensurar o efeito dos contratos desse subprograma do PRONAF sobre a dimensão ambiental, sendo representada aqui pela variável emissão de metano do setor agropecuário. Sánchez (2020) aponta a avaliação do impacto ambiental de uma política pública como um instrumento de planejamento e revisão, isto é, uma ferramenta que fomenta a tomada de decisão, bem como expõe suas vantagens ambientais e econômicas. Ademais, Menezes *et al.* (2023) indicam que o setor agropecuário é responsável por uma

parcela significativa de emissão de gases do efeito estufa, principalmente o gás metano. Dessa forma, preocupando-se em mensurar os impactos ambientais do PRONAF Bioeconomia, considerou como variável dependente as emissões de metano do setor agropecuário.

Para abordar o panorama evolutivo do PRONAF Bioeconomia nas regiões brasileiras nesse período, empregou-se análise descritiva da quantidade e do valor dos contratos, na modalidade investimento, para as atividades agrícola e pecuária, assim como a média dessas variáveis, ao passo que o efeito exercido por esse subprograma do PRONAF sobre a dimensão ambiental foi mensurado mediante o modelo econométrico para dados em painel considerando os dados de 2018 a 2023.

Além desta seção introdutória, o presente trabalho está estruturado em mais quatro seções. A segunda apresenta uma revisão bibliográfica com uma breve contextualização sobre o tema abordado; a terceira, por sua vez, expõe a base de dados utilizada e os procedimentos metodológicos empregados; a quarta evidencia os principais resultados obtidos com suas respectivas discussões; e, por último, a quinta exhibe as considerações finais.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A partir da década de 1990, as políticas de incentivo às atividades da agricultura, principalmente a familiar, se intensificaram graças ao advento do PRONAF. Até então, os agricultores enfrentavam impasses dada à escassez de crédito e o seu elevado custo. Desta forma, o objetivo central proposto era fortalecer a agricultura familiar, considerando suas características sociais e tendo como principais ferramentas de ação: o financiamento das atividades produtivas, a capacitação e o apoio à infraestrutura socioeconômica dos territórios rurais que possuem raízes na agricultura familiar (Guanziroli, 2007; Siqueira, 2017).

Ainda que agrupe um conjunto amplo de ações que promovam dinamização, evolução e continuação das atividades, as maiores aplicações deste programa encontram-se no crédito (Guanziroli, 2007; Siqueira, 2017). Hodiernamente, considerando a matriz de crédito do Banco Central do Brasil (BCB), o PRONAF conta com 18 subprogramas que se dividem entre as mais diversas modalidades e atividades. Destacam-se aqui, dessa forma, as linhas verdes, cujos subsídios são fornecidos à promoção de atividades sustentáveis desenvolvendo formas de cultivo alternativas ao utilizado em larga escala que promove desgaste ao solo, agravados, pelo uso de agroquímicos (Oliveira, 2021).

Dentre as linhas de financiamento verde do PRONAF, conforme Oliveira (2021); Fossá *et al.* (2023); e Lopes e Almassy Junior (2023), destacam-se quatro subprogramas: i) PRONAF Eco, que, a partir de 2020, passou a ser denominado como Pronaf Bioeconomia que é responsável por atividades que busquem a promoção de uma produção eficiente, conservando as condições ambientais, com enfoque na sua modernização; ii) PRONAF Semiárido, que promove ações de continuação, evolução e preservação do agroecossistema e das culturas que estão inseridas no semiárido; iii) PRONAF Floresta, que destina às ações de investimento e sistemas de agroflorestas na promoção de atividades extrativistas de modo sustentável, além de capacitar a conservação dessas áreas; e iv) PRONAF Agroecologia, direcionado ao investimento em sistemas de produção orgânica e agroecológica. São, portanto, reflexo das reivindicações para a modernização das formas de produção da

agricultura, de modo a prover recursos eficientemente sem que haja impactos ambientais em demasia, calcando as bases de um sistema produtivo ambientalmente harmonioso (Aquino, Gazolla, Schneider, 2017; Oliveira 2021).

De modo específico, o presente trabalho retrata o PRONAF Bioeconomia que, assim como os demais subprogramas que compõem a linha verde, destina investimentos para possibilitar um elo entre os agricultores e o meio ambiente, por meio de técnicas, tecnologias e práticas mais sustentáveis. Entretanto, apesar de tamanha relevância que essas ações representam para essa classe de produtores rurais, assim como para o desenvolvimento da agricultura de base ecológica, os impasses ocorridos junto com a adesão ao programa, principalmente em função do desconhecimento da política e de sua organização, resulta em pequenas adesões dos agricultores familiares, impossibilitando de desfrutar de tais melhorias produtivas (Oliveira, 2021). Esse fato, porém, não se aplica a região Sul, haja vista que os seus agricultores possuem maiores vantagens quando comparados aos produtores das demais regiões, pois são significativamente mais inseridos nos mercados agropecuários e conhecem melhor o seu dinamismo e desenvolvimento (Abramovay; Veiga, 1999; Siqueira, 2017).

3 METODOLOGIA

3.1 Fonte e base dos dados

A quantidade e o valor dos contratos do subprograma PRONAF Bioeconomia para o período de 2018 a 2023 foram extraídos da Matriz de Crédito Rural, do Banco Central do Brasil (BCB, 2024). Quanto às emissões de metano do setor agropecuário, foram retiradas do banco de dados do Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG), que faz parte do Observatório do Clima e armazena informações anuais sobre a evolução das emissões brasileiras de gases do efeito estufa (SEEG, 2024), tendo dados disponíveis para essa variável até 2022. Desta forma, para completar a série de emissões de metano do setor agropecuário para 2023, utilizou-se o método de imputação por *spline*, estando em consonância com Kim *et al.* (2022), que expressam a eficiência do emprego dessa ferramenta, mesmo em pequenas bases de dados. Neste contexto, as duas variáveis especificadas foram organizadas para as cinco regiões brasileiras, considerando o período de 2018 a 2023.

Inicialmente, para observar a evolução da linha de crédito, os dados referentes ao PRONAF Bioeconomia foram segregados por ano, atividade (agrícola e pecuária), e por quantidade e montante das obrigações contratuais. Dessa forma, calculou-se a quantidade média e o valor médio obtido nesse período. Por conseguinte, a reta de tendência e a participação de cada uma das regiões nos contratos nacionais foram plotadas em gráficos. Em seguida, para mensuração do efeito do subprograma sobre a dimensão ambiental, aplicou-se o modelo de dados em painel, mostrado na seção 3.2, já que as variáveis relativas à quantidade de contratos do PRONAF Bioeconomia e às emissões de metano do setor agropecuário consideram as dimensões espacial e temporal.

3.2 Dados em Painel

Com o intuito de mensurar o efeito dos contratos do PRONAF Bioeconomia sobre a dimensão ambiental, representada aqui pelas emissões de gás metano agropecuário, aplicouse o modelo econométrico de dados em painel. A principal característica da *pooled regression* é a incorporação conjunta das dimensões espacial e temporal. Costa e Sarmento (2021) apontam que o método possibilita a análise de variáveis não observadas, bem como expõe sua alteração entre grupos e evolução ao longo do tempo. Sendo assim, neste estudo em específico, o recorte espacial agrupa as cinco grandes regiões brasileiras e o recorte temporal compreende os anos de 2018 a 2023. Além disso, os painéis podem ser classificados quanto ao comportamento das observações no tempo. Portanto, um painel balanceado é aquele cujas unidades observadas possuem o mesmo número de informações, ao contrário, trata-se de um painel desbalanceado (Meneghini; Lana, 2023). Ademais, quanto à proporção, um painel pode ser curto ou longo a depender da quantidade de informações presentes (Mesquita; Fernandes; Figueiredo Filho, 2020). Considerando essas definições, a presente pesquisa apresenta um painel curto e balanceado.

A utilização desse método tem crescido de forma exponencial na literatura econômica, fundamentalmente em razão das vantagens da sua aplicação. A esse respeito, Hsiao (2007) destaca que, nessa técnica, a utilização simultânea das unidades de corte transversal e temporal confere a capacidade de modelar com eficácia as nuances presentes nas observações, ao mesmo tempo em que a torna mais desafiadora. Em paralelo a isso, Gujarati e Porter (2011) enfatizam que os dados em painel ofertam estimadores mais eficientes e informativos, maior grau de liberdade, menos colinearidade e admite-se a existência de heterogeneidade. Em outras palavras, os parâmetros estimados apresentam inferências mais significativas quando equiparado aos dados de séries temporais ou corte transversal (Alencar; Araújo; Justo, 2019; Alves; Coelho, 2021).

Por conseguinte, Mattei e Parré (2022) explicam que a modelagem de dados em painel apresenta algumas especificações, a saber: o modelo *pooled* desconsidera a natureza dos dados em painel e realiza estimações por meio de Mínimos Quadrados Ordinários empilhados, bem como os modelos com efeitos fixos (EF) e efeitos aleatórios (EA). Diante disso, é oportuno salientar que o método evidencia as diferenças tanto entre as unidades quanto dentro delas. Contudo, essas podem apresentar efeitos que não são incluídos explicitamente nos modelos, mas que venham a interferir nas variáveis em estudo. Dessa forma, as modelagens para sua inclusão são cruciais nas análises em painel (Alencar; Araújo; Justo, 2019). Isto posto, o EF remete às variáveis não observadas que apresentam efeitos constantes ao longo do tempo, ou seja, as que apresentam variações fixas com impactos conhecidos sobre as unidades estudadas, entretanto, isso implica na omissão dos fatores constantes no tempo. No outro extremo, o EA diz respeito àquelas variáveis que apresentam variações entre as unidades no recorte temporal considerado. Isso implica em relevâncias divergentes entre cada uma dessas, tornando possível, então, considerar, para a análise, variáveis que não apresentam mudanças no tempo (Meneghini; Lana, 2023; Alencar; Araújo; Justo, 2019).

Sendo assim, a escolha do melhor modelo fundamenta-se na correlação existente entre o efeito individual e os regressores do modelo. Logo, alguns testes estatísticos são aplicados

para mensurar esses efeitos e elege o modelo com estimadores mais eficazes. Para a decisão entre o modelo com efeitos fixos e aleatórios, aplicou-se o Teste de Hausman (1978) que tem por hipótese nula efeitos aleatórios e hipótese alternativa efeitos fixos. Além disso, ainda se aplicou o Teste de LM de Breush-Pagan (1979) para elencar o melhor modelo entre o *pooled* e os efeitos aleatórios, cuja hipótese nula indica o primeiro e a alternativa o segundo.

Diante do exposto, foram delineados, neste estudo, as estimações dos efeitos do PRONAF Bioeconomia sobre as emissões de metano agropecuário nas cinco regiões brasileiras de 2018 a 2023 para os efeitos fixos e aleatórios, norteando-se nos testes econométricos para a seleção do modelo com estimadores mais eficientes. A seção 3.3 apresenta o modelo estimado.

3.3 Modelo estimado

Com base na metodologia supracitada, designou-se o modelo para mensurar o efeito do PRONAF Bioeconomia sobre a dimensão ambiental, representada aqui pelas emissões de gás metano do setor agropecuário no período de 2018 a 2023 nas regiões brasileiras. Sendo assim, estimou-se uma equação cuja variável explicativa é indicada pela quantidade de contratos do subprograma em estudo, conforme apresentada na equação (1):

$$\log(EmiAgro_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \log(PRONAF Bioeconomia_{it}) + a_i + u_{it} \quad (1)$$

Onde: i e t remetem as regiões e ao período de tempo, nesta ordem, ou seja, $i = (1, 2, 3, 4, 5)$ e $t = (2018, \dots, 2023)$; $EmiAgro_{it}$ são as emissões de metano agropecuário; e $PRONAF Bioeconomia_{it}$ representa as quantidades contratuais da linha de crédito em questão.

Por conseguinte, a possibilidade de verificar a elasticidade da variável dependente em relação à variável explicativa levou a aplicação da forma funcional log-log, também denominada *duble-log* (Feltre; Tulong, 2023). Ressalta-se, por fim, que as estimações econométricas e os testes estatísticos foram executados em linguagem R, no ambiente *Studio*, com o emprego dos pacotes *plm* e *lmtest*.

Os principais resultados são apresentados na seção seguinte.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Evolução do PRONAF Bioeconomia nas regiões brasileiras

Em termos de contratos de investimento para a atividade agrícola no ano de 2018, de acordo com a Tabela 1, ao se considerar os estados sulistas, percebe-se que 405 (47,20%) estavam concentrados no Rio Grande do Sul. A região Sudeste é a segunda maior quanto a essa variável, com ênfase para o estado de Minas Gerais, que registrou 203 dos 249 contratos, equivalendo a 81,53% dos contratos dessa região. As regiões Sul e Sudeste, nessa ordem, também lideram o *ranking* das maiores quantidades dos contratos de custeio do PRONAF, enquanto a região Nordeste se destaca com os maiores números de contratos de investimento do PRONAF durante o período de 2013 a 2015 no estudo de Sousa *et al.* (2017).

A região Norte apresentou 108 contratos de investimento para a atividade agrícola em 2018, sendo que parcela majoritária deles (92,6%) foi destinada ao estado do Pará, podendo ser atribuído em função de o Estado agrupar a maior parcela de agricultores familiares da região (Castro, 2013). Por outro lado, as regiões Nordeste e Centro-Oeste tiveram as menores adesões, em termos absolutos, no período considerado. Em termos relativos, 69% dos contratos concedidos neste ano foram destinados à região Sul, seguida das regiões Sudeste, Nordeste, Norte e Centro-Oeste, com 19%, 2%, 9% e 1%, respectivamente. Essas inferências estão em consonância com Grisa, Wezs Junior e Buchweitz (2014), que destacam a expressiva discrepância nas distribuições nas regiões Norte e Nordeste, à medida que o Centro-Oeste se volta às práticas da agricultura patronal.

Tabela 1 - Quantidade dos contratos de investimentos por atividades/regiões, 2018 e 2023

ATIVIDADES / REGIÕES	UF	AGRÍCOLA		PECUÁRIA	
		2018	2023	2018	2023
SUL	SC	345	1184	463	2406
	RS	405	2922	153	1982
	PR	108	1547	77	1682
	Subtotal	858	5653	693	6070
SUDESTE	MG	203	716	83	418
	SP	22	95	17	131
	ES	12	1506	0	596
	RJ	5	37	2	9
	Subtotal	242	2354	102	1154
NORDESTE	BA	10	360	3	223
	MA	0	115	0	5
	PI	1	23	8	20
	CE	3	142	2	93
	RN	0	36	0	87
	PB	3	31	0	12
	PE	8	239	4	253
	AL	6	74	2	15
	Subtotal	31	1036	19	728
NORTE	PA	100	53	6	3
	AM	0	1	0	0
	AC	0	0	0	0
	AP	1	0	0	0
	RO	5	21	6	79
	RR	0	1	0	0
	Subtotal	108	78	12	82
CENTRO-OESTE	MS	3	14	3	34
	GO	0	9	4	31
	MT	3	50	3	45
	Subtotal	6	74	10	110
TOTAL		1245	9195	836	8144

Fonte: Elaborada pelas autoras com base nos dados do Banco Central do Brasil (BCB, 2024).

Em 2023, observa-se um crescimento das adesões do subprograma para a atividade agrícola no Brasil de 638,6% em relação ao ano de 2018, já que passou de 1.245 para 9.195. Esse acréscimo foi notado em todas as regiões brasileiras, exceto o Norte, que manifestou redução de cerca de um terço das adesões, passando de 108 para 78, podendo ser explicada pela redução da quantidade total de contratos do PRONAF para essa região, que caíram de 644.130 em 2018 para 55.497 em 2023 (BCB, 2024). Ainda com relação aos contratos de investimento para a atividade agrícola, ao se comparar 2018 com 2023, verifica-se uma elevação em torno de 3.200% na região Nordeste, em reflexo tanto da maior quantidade de estabelecimentos de agricultura familiar que se encontram no território nordestino, como também em resposta ao aumento das adesões do PRONAF, que, em 2018, representavam 716.095 contratos, passando para 795.760 no ano de 2023 (BCB, 2024). Segundo Fossá *et al.* (2023, p. 195), “o fator determinante desta evolução está ligado à possibilidade de financiamento a partir de 2018 dos equipamentos de captação de energia solar”.

No que diz respeito aos contratos por atividade pecuária, observam-se crescimento em todas as regiões para o recorte de tempo considerado, passando de 836 em 2018 para 8.144 em 2023, expressando um aumento de, aproximadamente, 874,2%. No ano de 2018, a região Sul apresentou maiores adesões, com 693 contratos, sendo importante salientar que 463 desse total (66,81%) foram destinados ao estado de Santa Catarina. A liderança do estado catarinense também foi verificada por Fossá *et al.* (2023). Ademais, o Sudeste foi o segundo com maior número de contratos, e Minas Gerais apresentou a maior adesão dentre os estados dessa região, com 83 dos 102 contratos. Sendo assim, em termos relativos, cerca de 83% dos contratos neste ano foram destinados para a região Sul, seguidos pela região Sudeste com 12%, Nordeste com 2%, Norte e Centro-Oeste com 1% cada um.

Em termos de contratos para atividade pecuária, considerando o ano de 2023, a região Sul apresentou três quartos dos contratos com 6.070, expressando valores bem distribuídos entre os estados sulistas. Ademais, a região Sudeste apontou 1.154 obrigações contratuais, em que se destacam as maiores participações dos estados de Espírito Santo e Minas Gerais com, respectivamente, 52% e 36%. Em termos de maiores taxas de evolução ao se comparar 2018 com 2023, aponta-se as regiões Nordeste, que expressou uma elevação de cerca de 3.732%, ultrapassando o quádruplo do percentual de acréscimo do Brasil que foi de aproximadamente 874,2%.

A Tabela 2 mostra os valores dos contratos de investimentos para as atividades agrícola e pecuária. No ano de 2018, observa-se a presença de 1245 contratos no Brasil, que resultaram em um montante de R\$62.926.794,20. Desse total, a região Sul apresentou a maior participação desses aportes financeiros, com 76% (R\$47.760.521,04), enquanto a região Centro-Oeste registrou a menor, com apenas 1% (R\$583.567,76). O Rio Grande do Sul liderou o *ranking* dos estados brasileiros com um valor de R\$20.551.908,32, à medida que o Piauí deteve o menor valor com somente R\$3.800,00.

Tabela 2 - Valor dos contratos de investimentos por atividades/regiões, 2018 a 2023

REGIÃO	UF	AGRÍCOLA		PECUÁRIA	
		2018	2023	2018	2023
SUL	SC	20.075.718,56	72.350.362,61	23.942.578,41	170.434.690,82
	RS	20.551.908,32	163.610.490,56	12.971.563,63	111.010.656,29
	PR	7.132.894,16	97.767.212,20	7.349.307,34	123.959.452,43
	Subtotal	47.760.521,04	333.728.065,37	44.263.449,38	405.404.799,54
SUDESTE	MG	8.304.974,89	60.376.769,46	4.260.575,77	18.586.075,91
	SP	1.142.976,42	5.937.660,38	1.144.066,51	6.891.754,17
	ES	794.422,46	96.601.694,28	-	40.614.463,10
	RJ	402.426,96	2.195.469,93	49.000,00	341.710,49
	Subtotal	10.644.800,73	165.111.594,05	5.453.642,28	66.434.003,67
NORDESTE	BA	179.447,65	19.632.307,45	50.029,28	10.135.387,10
	MA	-	13.008.930,00	-	448.674,76
	PI	3.800,00	1.164.295,40	201.747,50	642.588,78
	CE	64.516,00	6.522.511,93	52.476,03	4.154.089,77
	RN	-	1.100.478,15	-	2.117.055,38
	PB	38.739,65	2.735.404,91	-	366.152,06
	PE	245.435,26	12.326.457,10	159.630,00	17.395.014,16
	AL	266.985,00	4.637.147,12	32.130,00	772.590,94
	Subtotal	798.923,56	61.641.955,60	496.012,81	36.658.944,46
NORTE	PA	2.926.631,79	6.881.752,60	122.328,06	288.842,00
	AM	-	112.060,38	-	-
	AC	-	-	-	-
	AP	21.047,70	-	-	-
	RO	146.301,62	1.864.607,27	339.148,86	3.215.039,73
	RR	-	199.635,42	-	-
	TO	45.000,00	390.000,00	-	-
	Subtotal	3.138.981,11	9.448.055,67	461.476,92	3.503.881,73
CENTRO-OESTE	MS	374.241,69	570.132,47	173.749,16	1.246.263,84
	GO	-	758.288,92	126.720,00	1.435.493,49
	MT	209.326,07	5.096.046,73	106.300,00	4.175.428,68
	DF	-	54.000,00	-	-
	Subtotal	583.567,76	6.478.468,12	406.769,16	6.857.186,01
TOTAL	62.926.794,20	576.408.138,81	51.081.350,55	518.858.815,41	

Fonte: Elaborada pelas autoras com base nos dados do Banco Central do Brasil (BCB, 2024).

Quanto ao ano de 2023, os valores dos contratos de investimento para as atividades agrícolas dobraram em relação ao ano de 2018 em todas as regiões brasileiras. Conforme se observa, o Nordeste se destaca com um crescimento de 7.615,6%.

A respeito dos valores dos contratos de investimento para a atividade pecuária, todas as regiões obtiveram maiores aportes no recorte de tempo considerado. Em termos nacionais, percebe-se uma elevação aproximada em 330% de 2018 para 2023. A região Sul é a líder nos valores dos contratos de investimento, e obteve, em 2023, um montante de

R\$405.404.799,54, que corresponde em torno de 80% do valor dos contratos nacionais, ainda, ao se comparar com 2018, nota-se um crescimento de cerca de 816%. O Sudeste obteve uma elevação de 1.118,2% em comparação ao ano de 2018, sendo o Espírito Santo destaque na região com o maior valor, ao passo que não apresentou adesões para esse tipo de atividade em 2018.

De todas as regiões brasileiras, o Nordeste se sobressaiu com a maior expansão (7.290,7%) observada entre os anos de 2018 e 2023, em que se ressalta a larga participação do Pernambuco que, em 2023, apresentou um montante R\$17.395.014,16 equivalente a 47% do total dos estados nordestinos. Além disso, as Regiões Norte e Centro-Oeste permaneceram, em 2023, com percentuais de crescimento próximos aos auferidos em 2018. Esse fato pode ser explicado devido a ambas as regiões apresentarem pequenos números de estabelecimentos voltado à agricultura familiar (Siqueira, 2017).

A Tabela 3 exibe os dados médios das quantidades e dos valores dos contratos de investimento agrícola e pecuária do Pronaf Bioeconomia, distribuídos para as cinco regiões brasileiras. Conforme se percebe, o Sul se destaca de longe com as maiores quantidades médias e valores médios de contratos em ambas as atividades analisadas, sendo que os montantes médios para a pecuária excedem ao dobro dos montantes médios destinados à atividade agrícola. Em relação ao Sudeste, a modalidade agrícola apresenta maior média de obrigações contratuais no recorte de tempo considerado no presente estudo, ao passo que a modalidade pecuária representa cerca de 69% desse total. Ademais, no que tange ao valor pecuniário dessa região, a diferença entre ambas as modalidades é menor que o dobro do valor dos contratos da categoria agrícola.

Tabela 3 - Quantidade média e valor médio dos contratos de investimento por atividades/regiões, 2018 a 2023

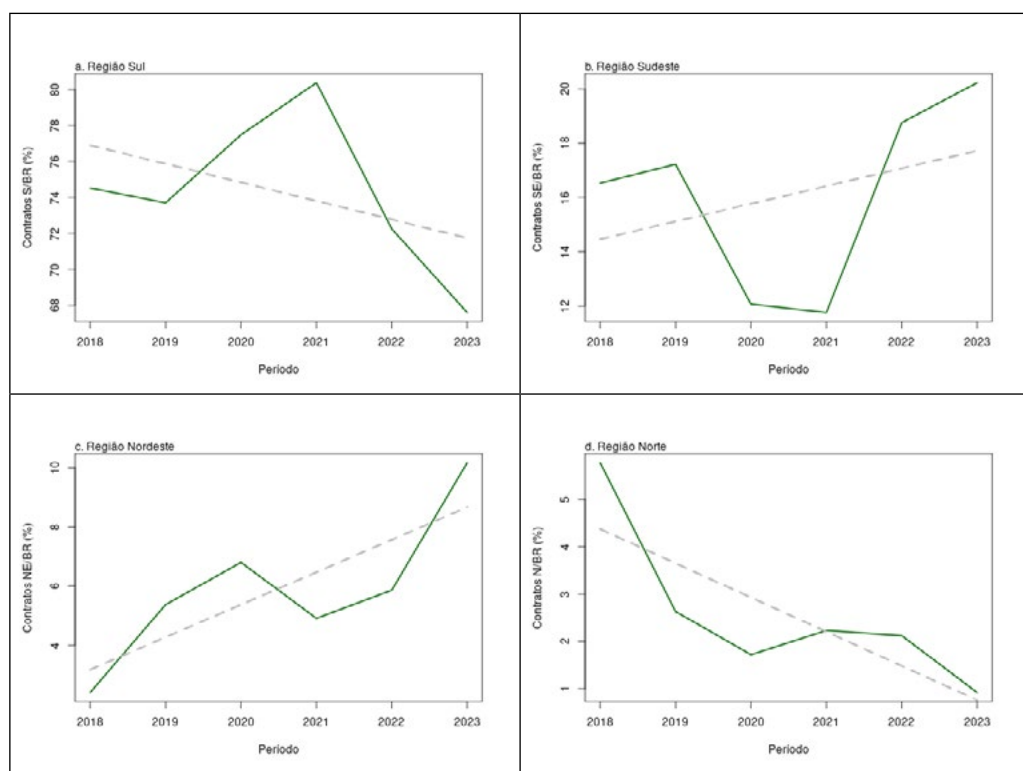
ATIVIDADES / REGIÕES	AGRÍCOLA		PECUÁRIA	
	Quantidade média de contratos	Valor médio dos contratos	Quantidade média de contratos	Valor médio dos contratos
SUL	1855	104.366.086,79	2709	183.327.545,84
SUDESTE	678	43.098.559,20	467	26.667.069,11
NORDESTE	245	12.781.251,66	237	9.835.823,64
NORTE	48	3.072.642,75	68	3.114.282,43
CENTRO-OESTE	18	1.509.550,17	50	2.700.473,20

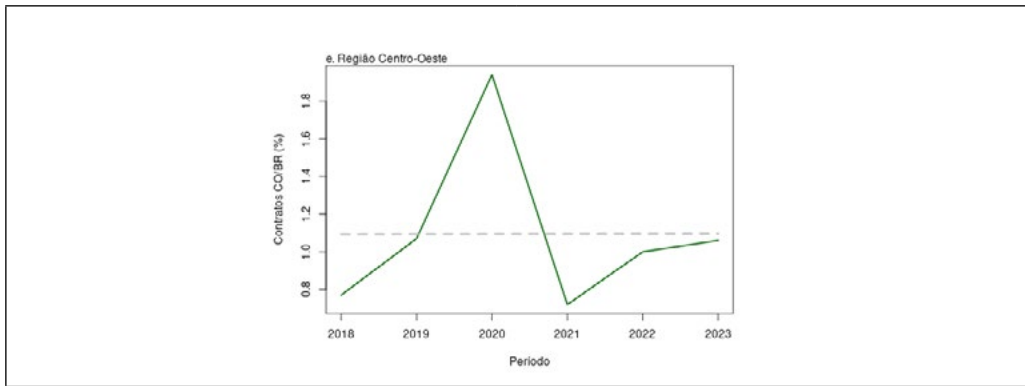
Fonte: Elaborada pelas autoras com base nos dados do Banco Central do Brasil (BCB, 2024).

Destaca-se, dessa forma, que a quantidade e os valores, em termos médios, foram bastante próximos nas regiões Nordeste e Norte. Por fim, no Centro-Oeste, a quantidade de contratos destinados à atividade pecuária é superior ao dobro dos contratos destinados à atividade agrícola, à medida que o valor médio dos contratos da atividade pecuária é cerca de duas vezes superior aos aportes médios destinados à atividade agrícola.

Conforme se observa pela Figura 1, ao se considerar cada uma das regiões brasileiras, infere-se que a região Sul teve o seu maior desempenho, em termos de participação na quantidade de contratos nacionais, no ano de 2021 com 3.129 (80%) contratos, à medida que, no ano de 2023, com cerca de 11.000 contratos apresentou a sua menor participação com 67% dos contratos, haja vista que outras regiões aumentaram suas porções. Isto posto, a reta de tendência demonstra que, no período considerado, a participação da região nas adesões do PRONAF Bioeconomia tem uma trajetória descendente. Ademais, no que diz respeito à região Sudeste, infere-se que a sua menor participação foi no ano de 2021 com 458 (11,7%) contratos, entretanto, registrou crescimento positivo nos anos seguintes, explicado pelo seu maior valor alcançado no ano de 2023 com cerca de 3.500 obrigações contratuais, expondo uma participação de 20% nos contratos nacionais. Portanto, observadas oscilações, a trajetória é crescente durante o período analisado.

Figura 1 - Razão entre os contratos das cinco regiões e o Brasil para o subprograma PRONAF Bioeconomia entre o período 2018-2023





Fonte: Elaborado pelas autoras com base nos dados do Banco Central do Brasil (BCB, 2024).

Nota: a linha pontilhada representa a tendência.

Por conseguinte, a região Nordeste teve a sua menor quantidade ocorrida no ano de 2018 com uma participação de 2% e apenas 50 contratos, ao passo que, no ano de 2023, ocupou 10% em termos de participação nos contratos nacionais, o que equivale à 1.764 contratos, indicando um crescimento ascendente ao longo do recorte de tempo. O contrário é observado com a região Norte, haja vista que o seu trajeto decrescera ao longo da série temporal, pois, no ano de 2018, com 120 (5,7%) contratos teve sua maior cota, porém, em 2023, sua participação reduziu-se para cerca de 1%. Ademais, a região Centro-Oeste apresenta uma trajetória constante, uma vez que suas participações tendem a se repetir durante o recorte de tempo, isto é, suas frações oscilam em torno de 1%, exceto, em 2020, com 53 (1,94%) contratos, que teve sua maior participação, mas que reduziu para 28 (0,72%) em 2021.

Em síntese, observa-se que as adesões do Pronaf Bioeconomia são maiores nos estados da região Sul em consonância com a literatura que destaca o maior conhecimento e inserção dos agricultores familiares (Oliveira, 2021; Siqueira, 2017; Abramovay; Veiga, 1999). É válido ressaltar que, no ano de 2023, as adesões apresentaram uma distribuição significativa entre as regiões brasileiras, mas que ainda necessita de maior divulgação entre os agricultores familiares de todas as regiões para que possam estar mais inseridos nas práticas propostas pelo subprograma.

4.2 Efeito do PRONAF Bioeconomia sobre a emissão de metano agropecuário

Após a descrição da evolução da oferta de crédito do PRONAF Bioeconomia nas regiões brasileiras durante o período selecionado, aplicou-se o método econométrico de dados em painel para mensurar o efeito desse subprograma do PRONAF sobre as emissões de gases do efeito estufa no setor agropecuário.

Partindo disso, a Tabela 4 apresenta as principais estatísticas descritivas das variáveis utilizadas para estimar o efeito desse subprograma do PRONAF sobre a emissão de metano agropecuário entre os anos de 2018 a 2023 nas cinco regiões brasileiras. No que concerne aos contratos do subprograma em questão, a sua maior adesão foi observada na região Sul no ano de 2023, à medida que o menor fora expresso pela região Centro-Oeste no

primeiro ano considerado no presente estudo. Essas inferências são consistentes com Souza, Almeida e Moreira (2023) que sinalizaram que mais metade dos recursos destinados ao PRONAF são alocados nas regiões Sul e Sudeste. Além disso, os valores para desvio padrão e coeficiente de variação estão alinhados com o estudo de Noronha (2023), haja vista que elucida a heterogeneidade distributiva dessa política pública entre as regiões do país.

Tabela 4 - Estatísticas descritivas das variáveis utilizadas para estimar o efeito do PRONAF Bioeconomia sobre a emissão de metano agropecuário nas regiões brasileiras, 2018 a 2023

Estatística	Máximo	Média	Mínimo	DP	CV
Variável explicativa					
Quantidade de contratos	12.022	1291,8	16	2476,93	192%
Variável dependente					
Emissão de metano agropecuário	4.894.724	2.989.614	1.917.336	1.054.858	35,3%

Nota: DP indica desvio padrão e CV diz respeito ao coeficiente de variação.

Fonte: Elaborada pelas autoras base nos dados do BCB (2024) e SEEG (2024).

As emissões de metano agropecuário, por sua vez, apresentam uma dispersão em torno da média, apontando para a maior expressividade dos dados. Ademais, as inferências evidenciam que o Centro-Oeste é responsável pela maior emissão de metano agropecuário que teve ocorrência no ano de 2022, sendo que esse comportamento da região é persistente ao longo de toda a série analisada. Em contrapartida, o Nordeste, no ano de 2018, registrou as menores emissões. As inferências de Frederico (2023) corroboram esses resultados, haja vista que indicou que os estilos da agricultura nas regiões Centro-Oeste e Nordeste são discrepantes, uma vez que nesta a produção é fundamentalmente familiar e de subsistência, enquanto aquela detém um estilo de produção convencional e marcado pelo significativo impacto ambiental.

Visando conhecer o efeito deste subprograma sobre a dimensão ambiental, empregou-se o modelo de dados em painel, cujos resultados encontram-se na Tabela 6. Entretanto, antes de proceder tais estimações, realizaram os testes indicados na Tabela 5, que permitiram escolher o modelo com os estimadores mais eficazes.

Tabela 5 - Testes de pré-estimação para o modelo de dados em painel para estimar os efeitos do PRONAF Bioeconomia nas emissões de metano agropecuário nas regiões brasileiras nos anos de 2018 a 2023

	Dimensão ambiental
Pré-estimação	
LM-BP	$\chi^2 = 24,182^{***}$ (0,0000)
Hausman	$\chi^2 = 1,4643$ (0,2262)

Nota: *** $p < 0,001$; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$; os valores entre parênteses se remetem ao *p-value* das estimativas.

Fonte: Elaborada pelas autoras com base nos dados do BCB (2024) e SEEG (2024).

À luz das inferências realizadas, utilizou-se o teste de LM-BP para eleição entre o modelo *pooled* e o modelo com efeitos aleatórios e os resultados indicaram a não rejeição da hipótese nula, isso significa que, com um nível de significância inferior a 1%, é observada variância no efeito individual, portanto, não se pode desconsiderar a oscilação entre as unidades em estudo. Assim, o teste recomenda o modelo de efeitos aleatórios. Ademais, aplicou-se também o teste de Hausman para escolher entre o modelo com efeitos fixos ou aleatórios, e seus resultados sugerem a não rejeição da hipótese nula, indicando o modelo com efeitos aleatórios. Em síntese, ambos os testes estatísticos adotados indicaram que, para os estimadores do presente estudo, o modelo com efeitos aleatórios é mais consistente.

A modelagem para efeitos aleatórios além de possibilitar a mensuração da heterogeneidade de modo mais eficaz que o modelo com efeitos fixos e detalhar o contexto em estudo, fornece significativa flexibilidade analítica, dado que suas unidades variam no tempo (Bell; Jones, 2014). Outrossim, reitera-se que a Tabela 6 evidencia o efeito do PRONAF Bioeconomia na emissão de metano agropecuário nas regiões brasileiras durante o quinquênio considerado na presente pesquisa.

Tabela 6 - Coeficientes e estatística t para o modelo de dados em painel usado para estimar o efeito do PRONAF Bioeconomia nas emissões de metano agropecuário nas regiões brasileiras nos anos de 2018 e 2023

	Pooled	EF	EA
Emissão de metano agropecuário	-0,121523*** (0,0001)	0,044642** (0,0039)	0,036319* (0,0198)
R ²	0,39778	0,15195	0,13261

Nota: *** $p < 0,001$; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$; os valores entre parênteses se remetem à estatística t das estimativas; EF e EA são efeitos fixos e aleatórios, respectivamente.

Fonte: Elaborada pelas autoras com base nos dados do BCB (2024) e SEEG (2024).

Assim, levando em consideração o modelo com estimadores mais eficazes, neste caso, o modelo com efeito aleatórios, deduz-se, de maneira geral, que o PRONAF Bioeconomia apresenta efeito positivo sobre as emissões de metano agropecuário. Isso posto, tudo o mais constante, com um nível de significância de 5%, nota-se que uma elevação de 10% nas obrigações contratuais dessa linha de crédito eleva as emissões de metano agropecuário em cerca de 0,4%. TENCHINI e FREITAS (2023) mensuraram os efeitos sustentáveis proporcionado pelas linhas de crédito do PRONAF e expuseram que à medida que se aumenta a admissão ao crédito rural, as práticas sustentáveis se reduzem.

De forma concomitante, DAMASCENO, BACHA e MIRANDA (2019) expõem que as políticas públicas voltadas ao meio rural brasileiro têm se preocupado com as emissões de gases do efeito estufa, implementando linhas de crédito que fomentem a produção sustentável, todavia, mesmo diante da importância ambiental, essas atividades não recebem grande enfoque nas implementações tornando seus efeitos, assim, pouco difundidos. Igualmente, FÉLIX *et al.* (2020) revelam que as atividades agropecuárias estão intimamente ligadas aos fatores ambientais, tanto no que concerne ao fornecimento de condições para sua produção ou os impactos que suas atividades causam ao ecossistema.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados apresentados demonstraram o panorama evolutivo do PRONAF Bioeconomia para as regiões brasileiras entre os anos de 2018-2023. Os resultados constataram que as regiões Sul e Sudeste são as que possuem as maiores quantidades e valores em termos de contratos, ao passo que as regiões Norte e Centro-Oeste registraram quantidades e valores de contrato bem menores, em razão da pouca concentração de estabelecimentos de agricultura familiar. O Nordeste se destaca com expressiva evolução de contratos entre os dois anos analisados, podendo ser explicada em decorrência do largo crescimento que o PRONAF Bioeconomia apresentou ao longo do recorte de tempo considerado.

Ainda cabe ressaltar que um dos motivos que se propõe a explicar essa desigualdade de distribuição entre as regiões, desde a instauração das “linhas verdes”, pode estar contido nas disparidades apresentadas entre as dinâmicas de mercado, a falta de conhecimento do subprograma ou até mesmo a forte burocracia contida nessas políticas.

Os resultados do modelo econométrico de efeitos aleatórios indicaram relação positiva do PRONAF Bioeconomia sobre as emissões de metano agropecuário nas regiões brasileiras durante o período analisado.

Em face da relevância das linhas de financiamento “verde” do PRONAF, recomendam-se que estudos a posteriori procurem relacionar esses subprogramas com indicadores de desenvolvimento rural, com o Produto Interno Bruto agropecuário, como também acrescentem mais variáveis para captar os efeitos sobre a dimensão ambiental, bem como incluam os efeitos desse subprograma sobre outras dimensões.

REFERÊNCIAS

- ABRAMOVAY, R.; VEIGA, J. E. Novas instituições para o desenvolvimento rural: o caso do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF). **Texto para discussão n. 641**. Brasília-DF, Convênio FIPE/IPEA 07/97. Abril de 1999, 51p. Disponível em < https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/2617/1/td_0641.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2023.
- ALENCAR, M. O.; ARAÚJO, J. A.; JUSTO, W. R. Fatores condicionantes da desigualdade salarial no Brasil: análise com dados em painel para o período de 2007 a 2016. **Geosul**, v. 34, n. 73, p. 59-80, 2019.
- ALVES, T. F; COELHO, A. B. Mortalidade infantil e gênero no Brasil: uma investigação usando dados em painel. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 26, p. 1259-1264, 2021.
- ARAÚJO, F. C.; VALLE, R. S. T. **Política agrícola como vetor para a conservação ambiental**. São Paulo: ISA, 2013.
- ARAUJO, J. A.; VIEIRA FILHO, J. E. R. Análise dos impactos do Pronaf na agricultura do Brasil no período de 2007 a 2016. **Texto para Discussão 2412**. Brasília/Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2018.
- AQUINO, J. R.; GAZOLLA, M.; SCHNEIDER, S. **O financiamento público da produção agroecológica e orgânica no Brasil**: inovação institucional, obstáculos e desafios. 2017. Disponível em: <<https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8809/1/O%20Financiamento.pdf>>. Acesso em: 14 jun. 2023.
- BACEN – BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Manual do Crédito Rural (MRC)**, 2023. Acesso em: 20 jan. 2024.
- BARBOSA, P. A. M.; PROFETA, G. A.; SANTOS, V. F. Consumo de eletricidade e PIB: uma análise em dados em painel para o Brasil no período de 2002 a 2015. **Bioenergia em Revista: Diálogos**, v. 10, n. 1, 2020.
- BELL, A.; JONES, K. Explaining Fixed Effects: Random Effects Modeling of Time-Series Cross-Sectional and Panel Data. **Political Science Research and Methods**, v. 3, p. 133 - 153. 2014.
- BREUSCH, T. S.; PAGAN, A. R. A simple test for heteroscedasticity and random coefficient variation. **Econometrica: Journal of the Econometric Society**, p. 1287-1294, 1979.
- CASTRO, C. N. **A agropecuária na região norte**: oportunidades e limitações ao desenvolvimento. Brasília: IPEA, 2013. (Texto para discussão, n. 1836)

COSTA, V.; SARMENTO, R. P. Panel Data: a case study analysis. In: **Encyclopedia of Information Science and Technology, Fifth Edition**. IGI Global, 2021. p. 637-657.

DAMASCENO, R.; BACHA, C. J. C.; MIRANDA, S. H. G. Análise da preocupação das atuais políticas agrícolas e ambiental brasileiras com a mitigação dos gases causadores do efeito estufa. **Revista Pesquisa & Debate**, v. 30, n. 2, p. 22-51, 2019.

FÉLIX, A. S.; NASCIMENTO, J. W. B.; MELO, D. F.; FURTADO, D. A.; SANTOS, A. M. Análise exploratória dos impactos das mudanças climáticas na produção vegetal no Brasil. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**; Maringá Vol. 13, p. 397- 409. 2020.

FELTRE, C.; TULON, I. Estudo comparativo da mecanização da cultura de cana-de-açúcar sobre o emprego nas regiões brasileiras. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 54, n. 3, p. 78-94, 2023.

FOSSÁ, J. L.; LUZ, A. A.; RENK, A. A.; VILWOCK, A. P. S.; MATTE, A. (A falta de) financiamento de crédito rural: reflexões a partir do PRONAF linhas “verdes”. **COLÓQUIO** – Revista do Desenvolvimento Regional. Faccat: Taquara/RS, v. 20, n. 2, p. 189-203, abr./jun. 2023.

FREDERICO, A. S. **Análise do comportamento de CO2 na agricultura nos estados nordestinos**. 2023. 35 f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2023.

GRISA, C.; SCHNEIDER, S. Três gerações de políticas públicas para a agricultura familiar e formas de interação entre sociedade e estado no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba-SP, v. 52, p.125–146, 2014.

GRISA, C.; WESZ JUNIOR, V. J; BUCHWEITZ, V. D. Revisitando o PRONAF: velhos questionamentos, novas interpretações. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 52, p. 323-346, 2014.

GUANZIROLI, C. E. PRONAF dez anos depois: resultados e perspectivas para o desenvolvimento rural. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 45, n. 2, p. 301-328, 2007.

GUJARATI, D. N.; PORTER, D. C. **Econometria Básica**. ed. 5. São Paulo: AHGM Editora Ltda, 2011.

HAUSMAN, J. A. Specification tests in econometrics. **Econometrica**: Journal of the Econometric Society, p. 1251-1271, 1978.

HOFFMAN, R.; VIEIRA, S.; **Análise de Regressão**: uma introdução à Econometria. HUCITEC. São Paulo, 2006.

HSIAO, C. Panel data analysis—advantages and challenges. **TEST**, v. 16, p. 1-22. 2007.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2017**. Disponível em: <https://censoagro2017.ibge.gov.br>. Acesso em: 20 jan. 2024.

JAMES, G., WITTEN, D., HASTIE, T., TIBSHIRANI, R., TAYLOR, J.; Linear Regression. *In*: JAMES, G., WITTEN, D., HASTIE, T., TIBSHIRANI, R., TAYLOR, J.; **An Introduction to Statistical Learning**. Cham: Springer International Publishing. p. 69-134. 2023.

KIM, Y.; KELLY, S.; KRISHNAN, D.; FALLETTA, J.; WILMOT, K. Strategies for Imputation of High-Resolution Environmental Data in Clinical Randomized Controlled Trials. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 3, p. 1-17.

LOPES, M. R. C. A.; ALMASSY JUNIOR, A. A. O financiamento da produção sustentável na agricultura familiar: uma análise do PRONAF no estado da Bahia. **Desenvolvimento Regional em debate**, v. 13, p. 63-84, 2023.

MATTEI, T. F.; PARRÉ, J. L. Convergência para o consumo de energia elétrica no Paraná: abordagem estática e dinâmica. **Revista Paranaense de Desenvolvimento - RPD**, [S. l.], v. 43, n. 142, 2022. Disponível em: <https://ipardes.emnuvens.com.br/revistaparanaense/article/view/1217>. Acesso em: 16 de mai de 2024.

MELLAND, A.; FENTON, O.; JORDAN, P. Effects of agricultural land management changes on surface water quality: A review of meso-scale catchment research. **Environmental Science & Policy**. v. 84, p. 19-25. 2018.

MENEGHINI, E. M. P.; LANA, J. Pensata: Escolhendo entre efeitos fixos e aleatórios na análise de dados em painel. **Revista Eletrônica de Negócios Internacionais: Internext**, v. 19, n. 1, p. 16-23, 2023.

MENEZES, F. G.; MOREIRA, M. B.; SILVA, A. F.; PACHECO, C. S. G. R. O papel dos biodigestores na agropecuária para mitigação das mudanças climáticas: uma análise dos benefícios ambientais. *In*: PACHECO, C. S. G. R. (org.). **Mudanças climáticas e seus impactos socioambientais: concepções, fundamentos, teorias e práticas mitigadoras**. Guarujá: Científica Digital, 2023. p. 276-289.

MESQUITA, R.; FERNANDES, A. A. T.; FIGUEIREDO FILHO, D. B. Uma introdução à regressão com dados de painel. **Revista Política Hoje**, v. 30, n. 1, p. 434-507, 2020.

NORONHA, M. E. R. **Distribuição regional do crédito rural PRONAF em 2022**. 2023. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Econômicas) — Universidade de Brasília, Brasília, 2023.

OLIVEIRA, V. M. **O Pronaf Verde no Distrito Federal**: análise do acesso ao crédito entre os anos de 2013-2021. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Rural) - Universidade de Brasília. Brasília, 97p. 2021.

OLIVEIRA, K. C. S.; PINHEIRO, L. I. F.; FERRAZ, M. I. F. Políticas públicas e desenvolvimento rural: análise dos impactos do PRONAF na Bahia. RDE - **Revista de Desenvolvimento Econômico**, v. 3, n. 50, 2022.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental**: conceitos e métodos. Oficina de textos, 2020.

SCHNEIDER, S.; CAZELLA, A. A.; MATTEI, L. F. Histórico, caracterização e dinâmica recente do Pronaf - Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar. **Revista Grifos**, v. 30, n. 51, p. 12-41, 2021.

SEEG – SISTEMA DE ESTIMATIVAS DE EMISSÕES E REMOÇÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA. **Emissões por setores**. Disponível em: <https://plataforma.seeg.eco.br/?highlight=br-net-emissions-by-sector-nci>. Acesso em: 24 abr. 2024.

SILVA, B. L.; VITAL, T. V.; SILVA, L. M.; XAVIER, M. G. P. Uma análise dos recursos do PRONAF pelo modelo de opção pública: de 1995 a 2020. **Grifos**: Unochapecó, v. 32, n. 60, p. 1-19, 2023.

SIQUEIRA, C. P. **Comportamento do Pronaf nas regiões brasileiras**: uma análise econômica e social. Monografia (Graduação em Ciências Contábeis e Atuariais) - Universidade de Brasília. Brasília, 54p. 2017.

SOUSA, W. F.; SOUSA, R. D.; PINHO, R. I. O.; SOUSA, E. P. Análise do crédito rural do PRONAF por regiões brasileiras no recorte temporal 2013-2015. In: Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 55., 2017. **Anais [...]**. Santa Maria, RS: SOBER, 2017.

SOUZA, C. C. M.; REBELLO, F. K.; SANTOS, M. A. S. Impactos econômicos, sociais e ambientais do PRONAF no Brasil: uma revisão sistemática da literatura. **Geosul**, Florianópolis, v. 36, n. 80, p. 292-314, set./dez. 2021.

SOUZA, M. A.; ALMEIDA, J. P. S.; MOREIRA, V. S. PRONAF: retrato avaliativo nas mesorregiões de Minas Gerais. **Revista de Política Agrícola**, v. 32, n. 3, p. 69, 2023.

TENCHINI, F. P.; FREITAS, C. O. Agricultura familiar no estado do Rio de Janeiro: desenvolvimento regional sustentável e sua relação com o crédito via PRONAF. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 62, p. e266755, 2023.