



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS ÁGRARIAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA RURAL

KAMILLE SOUSA DE OLIVEIRA

ENSAIOS SOBRE O CRÉDITO RURAL NA AGRICULTURA FAMILIAR NO
BRASIL: UMA ANÁLISE SOBRE O PRONAF

FORTALEZA

2025

KAMILLE SOUSA DE OLIVEIRA

ENSAIOS SOBRE O CRÉDITO RURAL NA AGRICULTURA FAMILIAR NO BRASIL:
UMA ANÁLISE SOBRE O PRONAF

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia Rural da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Economia Rural. Área de concentração: Políticas Públicas e Desenvolvimento Rural.

Orientador: Prof. Dr. Francisco José Silva Tabosa.

FORTALEZA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- O47e Oliveira, Kamille Sousa de.
 Ensaio sobre o crédito rural na agricultura familiar no Brasil: uma análise sobre o Pronaf / Kamille
 Sousa de Oliveira. – 2025.
 96 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de
 Pós-Graduação em Economia Rural, Fortaleza, 2025.
 Orientação: Prof. Dr. Francisco José Silva Tabosa.
1. Pronaf. 2. Agricultura familiar. 3. Produção agrícola. I. Título.

CDD 338.1

KAMILLE SOUSA DE OLIVEIRA

ENSAIOS SOBRE O CRÉDITO RURAL NA AGRICULTURA FAMILIAR NO BRASIL:
UMA ANÁLISE SOBRE O PRONAF

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia Rural da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Economia Rural. Área de concentração: Políticas Públicas e Desenvolvimento Rural.

Aprovada em: 18/07/2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Francisco José Silva Tabosa (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Vitor Hugo Miro Couto Silva
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Daniel Arruda Coronel
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me concedeu forças, resiliência e serenidade para superar cada desafio ao longo desta jornada acadêmica.

À minha família, pela dedicação constante, pelo carinho e pelo incentivo inabalável. Em especial, à minha tia, Prof.^a Dra. Tereza Maria de Lima, por sua generosidade ao contribuir com apontamentos e apoio na escrita deste trabalho, cuja sensibilidade e atenção fizeram toda a diferença.

Ao Prof. Dr. Francisco José da Silva Tabosa, meu orientador, pelo apoio, confiança, direcionamentos, sugestões e correções ao longo desta caminhada.

Aos professores da Banca examinadora, Prof. Dr. Vitor Hugo Miro Couto Silva e Prof. Dr. Daniel Arruda Coronel, pelo tempo, pelas observações perspicazes e recomendações que enriqueceram significativamente este trabalho.

Aos docentes do Programa de Pós-Graduação em Economia Rural (PPGER), pelo rigor acadêmico e pela dedicação em cada aula, seminário e orientação, que ampliaram os horizontes teóricos e práticos desta formação.

À Universidade Federal do Ceará (UFC) e ao Programa de Pós-Graduação em Economia Rural (PPGER), pela infraestrutura, pelo ambiente de aprendizado e pelo estímulo constante à pesquisa de qualidade.

A todos que direta ou indiretamente ofereceram apoio, incentivo ou inspiração durante este percurso, minha mais sincera e profunda gratidão.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

RESUMO

Esta dissertação apresenta três ensaios que analisaram os efeitos do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) sobre a produção de milho e soja no Brasil, com foco nas dinâmicas regionais. O primeiro ensaio analisou o impacto do Pronaf B no Ceará, entre 2016 e 2021, utilizando o modelo de Vetores Autorregressivos em Panel (PVAR). Os resultados mostraram que o crédito contribuiu para o aumento da produção de milho ao longo do tempo, embora com efeitos mais modestos sobre a área plantada. O segundo ensaio investigou o Paraná e o Rio Grande do Sul, analisando os efeitos da cobertura do Pronaf sobre a produção de soja em 2022, por meio do método *Generalized Propensity Score* (GPS). Identificou-se uma relação em U invertido, indicando que o crédito impulsionou a produção até certo ponto, mas perde força a partir de determinado nível de cobertura. O terceiro ensaio, focado nos efeitos da cobertura do Pronaf sobre a produção de milho nos mesmos estados durante 2022 e utilizando também o GPS, revelou efeitos positivos contínuos no Paraná, enquanto no Rio Grande do Sul repetiu-se a relação em U invertido. Os resultados dos três ensaios evidenciaram que os efeitos do Pronaf variam conforme o território, a cultura e o nível de acesso, reforçando a importância de políticas públicas adaptadas às especificidades regionais.

Palavras-chave: Pronaf; agricultura familiar; produção agrícola.

ABSTRACT

This dissertation presents three essays that analyzed the effects of the National Program for Strengthening Family Agriculture (Pronaf) on corn and soybean production in Brazil, focusing on regional dynamics. The first essay analyzed the impact of Pronaf B in Ceará between 2016 and 2021, using the Panel Vector Autoregression (PVAR) model. The results showed that credit contributed to an increase in corn production over time, although with more modest effects on the planted area. The second test investigated Paraná and Rio Grande do Sul, analyzing the effects of Pronaf coverage on soybean production in 2022, using the Generalized Propensity Score (GPS) method. An inverted U-shaped relationship was identified, indicating that credit boosted production to a certain extent, but loses strength above a certain level of coverage. The third trial, focused on the effects of Pronaf coverage on corn production in the same states during 2022 and also using GPS, revealed continuous positive effects in Paraná, while in Rio Grande do Sul the inverted U-shaped relationship was repeated. The results of the three tests showed that the effects of Pronaf vary according to territory, crop, and level of access, reinforcing the importance of public policies adapted to regional specificities.

Keywords: Pronaf; family farming; agricultural production.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Resposta da quantidade produzida de milho a choques no crédito rural do Pronaf B	34
Figura 2 – Resposta da área plantada de milho a choques no crédito rural do Pronaf B	35
Figura 3 – Efeitos Dose-Resposta no Paraná e Rio Grande do Sul	53
Figura 4 – Efeitos Dose-Resposta no Paraná e Rio Grande do Sul	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estatísticas descritivas	30
Tabela 2 – Resultados do Teste de Raiz Unitária Harris-Tzavalis	30
Tabela 3 – Resultados do teste de causalidade de Granger	31
Tabela 4 – Efeitos contemporâneos	33
Tabela 5 – Estatísticas descritivas	50
Tabela 6 – Estatísticas descritivas	73

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	– Estudos Empíricos sobre o Pronaf B	21
Quadro 2	– Variáveis utilizadas no modelo	26
Quadro 3	– Resumo dos estudos empíricos sobre o Pronaf na agricultura brasileira	62

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BACEN	Banco Central do Brasil
BNB	Banco do Nordeste
CAF-Pronaf	Cadastro Nacional da Agricultura Familiar do Pronaf
CMN	Conselho Monetário Nacional
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
DAP	Declaração de Aptidão ao Pronaf
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO	Food and Agriculture Organization
GPS	Generalized Propensity Score
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INSA	Instituto Nacional do Semiárido
IRF	Função Impulso-Resposta
MDA	Ministério de Desenvolvimento Agrário e Agricultura Familiar
MDCR	Matriz de Crédito Rural
PAM	Produção Agrícola Municipal
PIB	Produto Interno Bruto
PRONAF	Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
Provap	Programa de Valorização da Pequena Produção Rural
PVAR	Vetores Autorregressivos com Painel
SNCR	Sistema Nacional de Crédito Rural
UFPA	Unidade Familiar de Produção Agropecuária
USDA	United States Department of Agriculture

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	12
2	ANÁLISE DOS IMPACTOS DO PRONAF B SOBRE A ÁREA PLANTADA E PRODUÇÃO DE MILHO NO CEARÁ	16
2.1	Introdução	16
2.2	Revisão de Literatura	18
2.2.1	<i>O Pronaf e suas condicionantes</i>	<i>18</i>
2.2.2	<i>Estudos empíricos</i>	<i>21</i>
2.2.3	<i>A produção de milho no Ceará</i>	<i>23</i>
2.3	Metodologia	24
2.3.1	<i>Base de dados</i>	<i>25</i>
2.3.2	<i>Método de análise</i>	<i>26</i>
2.4	Análise e discussão dos resultados	28
2.4.1	<i>Estatísticas descritivas</i>	<i>28</i>
2.4.2	<i>Avaliação do PVAR</i>	<i>30</i>
2.5	Considerações finais	36
3	IMPACTOS DO PRONAF SOBRE A PRODUÇÃO DE SOJA NO PARANÁ E NO RIO GRANDE DO SUL	38
3.1	Introdução	38
3.2	Revisão de Literatura	40
3.2.1	<i>O crédito rural e sua importância para a agricultura familiar brasileira</i>	<i>40</i>
3.2.2	<i>Síntese da produção de soja no Brasil</i>	<i>43</i>
3.3	Metodologia	45
3.3.1	<i>Estratégia empírica</i>	<i>46</i>
3.3.2	<i>Fonte de dados</i>	<i>48</i>
3.4	Análise e discussão dos resultados	49
3.4.1	<i>Estatísticas descritivas</i>	<i>49</i>
3.4.2	<i>Estimação da função dose-resposta</i>	<i>51</i>
3.5	Considerações finais	54
4	IMPACTOS DA COBERTURA DO PRONAF SOBRE A PRODUÇÃO DE MILHO NO PARANÁ E NO RIO GRANDE DO SUL	56
4.1	Introdução	56

4.2	Revisão de Literatura	58
4.2.1	<i>Crédito rural e o fortalecimento da agricultura familiar</i>	58
4.2.2	<i>Efeitos do crédito rural sobre a produção agrícola: contribuições empíricas</i>	60
4.2.3	<i>A importância do milho na agricultura familiar brasileira</i>	66
4.3	Metodologia	68
4.3.1	<i>Estratégia empírica</i>	69
4.3.2	<i>Fonte de dados</i>	70
4.4	Análise e discussão dos resultados	71
4.4.1	<i>Estatísticas descritivas</i>	72
4.4.2	<i>Estimação da função dose-resposta</i>	73
4.5	Considerações finais	76
5	CONCLUSÃO	79
	REFERÊNCIAS	81
	APÊNDICE A – RESULTADOS DO PVAR	92

1 INTRODUÇÃO GERAL

O crédito rural sempre ocupou um papel de destaque nas políticas públicas voltadas ao fortalecimento do setor agropecuário brasileiro. Em especial, o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), desde sua criação em 1996, tornou-se uma das principais ferramentas de acesso ao financiamento para pequenos produtores. Seu propósito, além do apoio financeiro, visa impulsionar a produtividade, ampliar a renda e melhorar as condições de vida no campo, promovendo inclusão e autonomia para milhares de famílias agricultoras (Schneider, 2003; Buainain *et al.*, 2014; Mattei, 2014; Bianchini, 2015; Costa; Vieira Filho, 2018).

Dentre as diversas cadeias produtivas contempladas pelo Pronaf, o milho e a soja se destacam tanto pela importância econômica quanto pelo papel estratégico que desempenham na alimentação, na geração de insumos e no abastecimento interno e externo. O milho, por exemplo, é essencial na alimentação humana e animal, e compõe a base da cadeia pecuária e agroindustrial. A soja, embora mais frequentemente associada a sistemas de maior escala, também tem ganhado espaço entre agricultores familiares, especialmente nas regiões Sul e Centro-Oeste (Mattei, 2005; Souza *et al.*, 2013; Maldaner *et al.*, 2014; Bianchini, 2015; Delgado; Bergamasco, 2017; Pedroso; Brisola; Navarro, 2024; Vieira Filho, 2024).

Dados recentes do Banco Central do Brasil (BACEN, 2023) apontam que essas duas culturas mantêm presença expressiva entre os contratos de custeio do Pronaf para agricultura familiar. Em 2022, o milho respondeu como a cultura que obteve mais contratos financiados e volume de recursos financiados pelo Pronaf, com destaque para região Sul. A soja, por sua vez, mostrou forte concentração nos estados do Sul, com milhares de contratos ativos, especialmente no Paraná e no Rio Grande do Sul, onde a agricultura familiar tem maior presença organizada e acesso mais consolidado ao crédito.

Diante deste contexto e com base na literatura recente, é importante frisar que o acesso ao Pronaf não ocorre de forma homogênea em todo o país. Estudos como os de Aquino e Schneider (2015), Costa e Vieira Filho (2018), Machado *et al.* (2022), Cruz (2023) e Alves *et al.* (2025) mostram que há uma disparidade regional persistente no alcance do programa, com maior concentração dos recursos nas regiões Sul e Sudeste. Entre os principais fatores que explicam essa desigualdade estão a maior presença de cooperativas e sindicatos organizados no Sul, a capilaridade das instituições financeiras e a presença mais consistente da assistência técnica. Já no Norte e Nordeste, especialmente no semiárido, fatores como a fragmentação fundiária, a escassez de infraestrutura e o baixo nível de organização coletiva

dificultam o acesso ao crédito, ampliando as assimetrias no desenvolvimento rural.

Aquino e Schneider (2015) mostram que os agricultores mais capitalizados são os que mais se beneficiam do Pronaf, enquanto os de menor renda, especialmente no Nordeste, enfrentam barreiras para acessar os recursos. Costa e Vieira Filho (2018) reforçam que o crédito rural tem potencial para impulsionar a produção e a pecuária, mas seus efeitos variam entre as regiões. Já Machado *et al.* (2022) apontam que os impactos do Pronaf são positivos no geral, especialmente nas linhas mais estruturadas como o Pronaf V, mas que há fragilidades em modalidades como o Pronaf B, onde o crédito nem sempre é bem aproveitado. Cruz (2023) destaca que o programa melhora a eficiência técnica da produção familiar, embora existam disparidades entre as regiões. Por fim, Alves *et al.* (2025) demonstram que o acesso ao crédito está relacionado à diversificação das atividades agrícolas, mas reforçam a importância de adaptar as políticas às realidades locais. Esses trabalhos reforçam que, além do volume de crédito concedido, é essencial garantir que ele seja fornecido de forma justa e eficaz aos agricultores que mais precisam, respeitando as diferentes condições de cada território.

Apesar desses desafios, as evidências disponíveis evidenciam que o Pronaf tem gerado impactos positivos relevantes sobre a agricultura familiar. Diversas pesquisas apontam que o acesso ao programa está associado ao aumento da produtividade, expansão da área cultivada, maior incorporação de tecnologias e elevação da renda dos produtores. Ao contribuir com a redução da vulnerabilidade econômica e com a dinamização da economia local, o programa fortalece os elos produtivos no campo e amplia as possibilidades de permanência das famílias na atividade rural. A literatura é unânime ao destacar que políticas públicas como o Pronaf, quando bem estruturadas e integradas a outras ações, como assistência técnica, acesso a mercados e apoio à comercialização, têm o potencial de transformar realidades e gerar efeitos duradouros na vida dos pequenos agricultores.

Diante disso, torna-se cada vez mais necessário compreender, com base em dados e métodos robustos, como o Pronaf afeta a produção agrícola em diferentes regiões e contextos. Investigar os impactos dessa política pública sobre culturas estratégicas, como o milho e a soja, permite avaliar sua efetividade e aperfeiçoar sua atuação em favor de um desenvolvimento rural mais justo e equilibrado. Portanto, com esse objetivo, esta dissertação é composta por três ensaios empíricos que exploram os efeitos do Pronaf sobre a produção de milho e soja em distintos estados brasileiros.

O primeiro ensaio, denominado de “Análise dos impactos do Pronaf B sobre a área plantada e produção de milho no Ceará”, analisa os efeitos do acesso ao crédito da linha Pronaf B, voltada aos agricultores de menor renda, sobre a área cultivada e a produção de

milho nos municípios cearenses. A escolha do Ceará se justifica por ser um estado inserido no semiárido nordestino, onde os desafios de acesso ao crédito são historicamente mais acentuados. Analisar os efeitos do Pronaf nesse contexto permite avaliar a capacidade do programa em induzir transformações produtivas mesmo em ambientes adversos. O estudo utiliza dados em painel entre 2016 e 2021 e aplica o modelo de Vetores Autorregressivos com Painel (PVAR), que permite avaliar a dinâmica entre crédito e produção ao longo do tempo, captando os efeitos intertemporais dos choques de financiamento.

O segundo ensaio intitula-se “Impactos do Pronaf sobre a produção de soja no Paraná e no Rio Grande do Sul”, e investiga os efeitos marginais do volume de crédito acessado por meio do Pronaf sobre a produção de soja em dois dos principais estados do Sul produtores dessa cultura. A escolha desses estados se deve à forte presença da agricultura familiar, à expressiva destinação de recursos do programa nessas regiões e pela relevância econômica da soja na dinâmica rural regional. Além disso, apesar de serem estados historicamente bem inseridos nas redes de crédito, há poucos estudos que investigam com profundidade os impactos específicos do Pronaf sobre a produção de lavouras comerciais como a soja. Com base em dados de 2022, o estudo utiliza o método de *Generalized Propensity Score* (GPS) para estimar o impacto da intensidade do crédito sobre os níveis produtivos.

Por fim, o terceiro ensaio denomina-se “Impactos da cobertura do Pronaf sobre a produção de milho no Paraná e no Rio Grande do Sul” e mostra que, embora uma maior penetração do programa estimule ganhos produtivos de milho no Paraná (2º maior produtor nacional, com infraestrutura e agricultura familiar consolidadas), esse efeito não se repete no Rio Grande do Sul, onde a cultura tem menor peso. Esses resultados divergentes, obtidos via *Generalized Propensity Score* (GPS) em dados de 2022, evidenciam a urgência de estudos que avaliem políticas de crédito rural de forma localizada, adaptando intervenções às realidades locais para maximizar seus impactos.

Ao abordar diferentes culturas, regiões e metodologias, os três ensaios reunidos nesta dissertação oferecem uma perspectiva abrangente dos impactos do Pronaf sobre a agricultura familiar. Ao reunir evidências empíricas em contextos diversos, a pesquisa contribui para o debate sobre o aperfeiçoamento das políticas públicas rurais e para a construção de estratégias mais eficazes e equitativas de apoio ao desenvolvimento do campo.

Esta dissertação está estruturada em cinco capítulos. Além desta introdução geral, o Capítulo 2 apresenta o primeiro ensaio, que analisa os impactos do Pronaf B sobre a área cultivada e a produção de milho no estado do Ceará. O Capítulo 3 traz o segundo ensaio,

voltado aos efeitos do acesso ao Pronaf sobre a produção de soja nos estados do Paraná e do Rio Grande do Sul. O Capítulo 4 desenvolve o terceiro ensaio, que investiga os impactos da cobertura do Pronaf sobre a produção de milho nos mesmos estados da Região Sul. Por fim, o Capítulo 5 reúne as considerações finais da pesquisa.

2 ANÁLISE DOS IMPACTOS DO PRONAF B SOBRE A ÁREA PLANTADA E PRODUÇÃO DE MILHO NO CEARÁ

2.1 Introdução

A agricultura brasileira tem papel estratégico na economia nacional, contribuindo significativamente para o produto interno bruto (PIB) e as exportações (Grisa; Schneider, 2015). De acordo com os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2024), a produção de cereais, em especial do milho, da soja e do arroz, representa cerca de 91% da produção de grãos do país, sendo fundamental para o agronegócio (Pedroso; Brisola; Navarro, 2024). Apesar de sua força, o setor agropecuário é sensível a riscos climáticos, instabilidade macroeconômica e à intervenção estatal, envolvendo diferentes agentes na cadeia produtiva (Harzer *et al.*, 2012).

Nesse contexto, as políticas públicas como o Crédito Rural e o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) são instrumentos centrais para mitigar riscos e promover o desenvolvimento agrícola (Buainain *et al.*, 2014). O Pronaf, especialmente em sua linha B, contribui para a inclusão social, sustentabilidade e geração de renda ao oferecer crédito com condições facilitadas a agricultores de baixa renda.

No Nordeste brasileiro, a agricultura de subsistência, com foco no milho, representa uma das principais atividades econômicas. A disponibilidade de água, porém, segue como o maior desafio. As diferenças de solo, relevo e regime de chuvas tornam a produção ainda mais complexa (Antonino *et al.*, 2000). Nesse contexto, a Bahia lidera a produção de milho na região, seguida por Maranhão, Piauí, Sergipe e Ceará. Já a produtividade apresenta um cenário distinto, com Sergipe à frente, acompanhado por Maranhão, Bahia e demais estados. Essas diferenças refletem a diversidade de condições estruturais e climáticas entre os territórios (Coêlho, 2024).

De acordo com Moura e Paiva (2019), no Ceará a agricultura enfrenta desafios consideráveis, sobretudo nas culturas de subsistência. A irregularidade das chuvas no semiárido e a infraestrutura precária dificultam o acesso a tecnologias, insumos e transporte, comprometendo a competitividade dos pequenos agricultores. O milho, amplamente cultivado por famílias em pequenas propriedades, depende da chuva e, muitas vezes, não alcança seu potencial produtivo por falta de recursos tecnológicos e financeiros.

Diante disso, as políticas públicas têm um papel fundamental no desenvolvimento da agricultura brasileira, especialmente no que diz respeito aos pequenos agricultores e à

agricultura familiar (Costa; Vieira Filho, 2018). Entre essas iniciativas, o Pronaf, com ênfase na linha de crédito Pronaf B, se destaca como uma estratégia essencial para o fortalecimento da agricultura familiar. Isto é especialmente evidente no Ceará, onde os pequenos produtores lidam com restrições de recursos e enfrentam desafios climáticos significativos.

Destinado a agricultores de baixa renda, o Pronaf B oferece crédito com condições altamente acessíveis, permitindo investimentos em insumos, sementes de alta qualidade e sistemas de irrigação adaptados às condições do semiárido (Araújo; Sampaio; Lima, 2024; Alves *et al.*, 2021). Esse apoio é de suma importância para a produção de culturas de subsistência, como o milho, que se destaca como uma importante fonte de alimento no estado e contribui significativamente para a promoção da segurança alimentar e o desenvolvimento econômico das famílias rurais (Oliveira *et al.*, 2008).

Além disso, Sousa, Monte e Paula (2013) e Carvalho (2020) afirmam que, ao facilitar o acesso ao crédito, o Pronaf B possibilita aos agricultores expandir suas áreas de plantio e implementar práticas agrícolas mais eficazes e sustentáveis, aumentando sua capacidade de enfrentar as adversidades climáticas. Assim, o programa não apenas eleva a produção agrícola, mas também contribui para uma maior qualidade de vida das famílias, incentivando sua permanência no campo e fortalecendo a agricultura familiar no Ceará, impulsionando, dessa maneira, o desenvolvimento rural sustentável.

Assim, a hipótese central deste estudo é que o Pronaf B teve um impacto positivo na área plantada e na produção de milho nos 27 municípios considerados os maiores produtores do Ceará, no período de 2016 a 2021. Especificamente, espera-se que o crédito concedido por meio do Pronaf B tenha influenciado positivamente tanto a expansão da área plantada quanto o aumento da produção de milho, demonstrando que o acesso ao financiamento rural é um fator determinante para o crescimento agrícola nessas regiões.

Deste modo, o objetivo deste estudo foi examinar o impacto do crédito concedido pelo Pronaf B na área plantada e na produção de milho nos 27 maiores municípios produtores do Ceará, entre 2016 e 2021, avaliando os efeitos dos choques no financiamento rural em relação à área plantada e a quantidade de milho produzido. Para alcançar esse propósito, utilizou-se o modelo de vetores autorregressivos, para dados em painel (PVAR), com base em dados referentes à produção de milho, área plantada e crédito rural. O período de 2016 a 2021 foi selecionado por disponibilizar informações completas e consistentes sobre o valor contratado pelo Pronaf B nesses municípios, permitindo uma análise detalhada dos efeitos do crédito sobre essa produção agrícola.

Além desta introdução, este estudo está dividido em quatro seções. A segunda seção apresenta a revisão de literatura utilizada na pesquisa. Na terceira seção, é exposto a metodologia. A quarta seção apresenta os resultados e discussões. Por fim, a quinta seção apresenta as considerações finais do estudo.

2.2 Revisão de Literatura

Esta seção apresenta a revisão de literatura, oferecendo um panorama sobre o Pronaf e sua relação com a agricultura familiar. Inicialmente, são abordados os aspectos históricos, institucionais e condicionantes do programa. Em seguida, são analisados os estudos empíricos que investigaram seus impactos sobre a produção agrícola em diferentes regiões do país. Por fim, discute-se a importância do milho no Ceará, destacando os desafios locais e o papel do crédito rural na sustentabilidade produtiva do semiárido.

2.2.1 O Pronaf e suas condicionantes

O agronegócio é um setor vital para a economia brasileira, respondendo por aproximadamente 20% do PIB do país. No sertão nordestino, a agricultura familiar e a criação de gado são as principais fontes de trabalho e de renda para os agricultores. O crédito rural tem sido fundamental para o desenvolvimento desse setor, pois possibilita a implementação de tecnologias adaptadas às condições desafiadoras da região, promovendo a resiliência das atividades agrícolas. Esse apoio financeiro tem estimulado tanto a produtividade quanto o desenvolvimento sustentável, sendo essencial para o crescimento econômico no Nordeste (Lopes; Lowery; Peroba, 2016; Castro; Freitas, 2021).

No Brasil, até a década de 1990, não existiam políticas públicas voltadas exclusivamente para o suporte à agricultura familiar, e esse grupo de produtores enfrentava dificuldades no acesso ao crédito, pois era tratado como miniprodutor e submetido às mesmas exigências aplicadas aos grandes produtores. As mudanças ocorreram com o fortalecimento das reivindicações de sindicatos rurais, especialmente no Sul, em resposta à abertura econômica do país, exigindo maior apoio estatal aos pequenos produtores (Grisa; Schneider, 2015).

Um estudo de 1994, conduzido pela *Food and Agriculture Organization* (FAO) em parceria com o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra), ressaltou o papel crucial da agricultura familiar no desenvolvimento do Brasil, o que levou à formulação

do Programa de Valorização da Pequena Produção Rural (Provap). Em 1996, esse programa foi remodelado e transformou-se no Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), uma iniciativa governamental que colocou a agricultura familiar como prioridade no país. Essa política pública se mostrou essencial para garantir investimentos, aumentar a renda e aprimorar o bem-estar dos agricultores familiares (Abramovay, 1998; Belik, 2000; Schneider; Cazella; Mattei, 2004; Mattei, 2006; Veiga, 2007).

O Pronaf atua em quatro áreas principais, denominadas em crédito para custeio e investimento, capacitação e qualificação dos agricultores, financiamento de infraestrutura em municípios dependentes da agricultura familiar e incentivo à pesquisa e extensão rural (Carvalho, 2020; Schneider; Cazella; Mattei, 2021).

Para serem elegíveis ao programa, os agricultores devem comprovar, por meio da Declaração de Aptidão ao Pronaf (DAP) ativa ou de um documento válido do Cadastro Nacional da Agricultura Familiar do Pronaf (CAF-Pronaf), observado o disposto nas Resoluções n.º 4.889 e n.º 5.024 do Conselho Monetário Nacional (CMN), que a maior parte de sua renda provém de atividades agrícolas e que residem na propriedade ou em local próximo (BRASIL, 2021, 2022).

Conforme a Resolução n.º 2.629 de 1999 do Banco Central, o Pronaf passou a ser segmentado em categorias de agricultores familiares baseadas na renda bruta familiar anual, permitindo que o programa se ajuste às necessidades específicas de cada grupo. Essa segmentação tornou o Pronaf mais inclusivo e eficaz, atendendo a perfis diversificados de agricultores por meio de diversas linhas de crédito (Schneider; Cazella; Mattei, 2021). Segundo o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES, 2024), as divisões do Pronaf abrangem uma ampla gama de finalidades, com linhas de crédito específicas voltadas para diferentes perfis de agricultores. A seguir, são descritas as finalidades e detalhes dessas principais linhas de crédito:

1) Pronaf Microcrédito (Grupo B): focado em agricultores familiares com renda bruta familiar de até R\$ 50.000,00, nos últimos 12 meses. Essa linha oferece microcrédito para atividades agropecuárias e não agropecuárias, incluindo pequenos negócios rurais. O limite de crédito é de até R\$ 12.000,00 por Unidade Familiar de Produção Agropecuária (UFPA), com taxa de juros de 0,5% ao ano e prazos de até 3 anos;

2) Pronaf Custeio: destinado a agricultores com renda bruta anual de até R\$ 500.000,00. Essa linha financia o custeio de atividades agropecuárias, como a compra de insumos, sementes e fertilizantes. O limite de crédito é de até R\$ 250.000,00, com taxas de

juros variando entre 2% e 6% ao ano, dependendo da cultura financiada, e o prazo de pagamento varia conforme a atividade e as condições regionais;

3) Pronaf Agroindústria: voltado para agricultores que atuam na agroindústria, esse crédito financia investimentos para transformação, beneficiamento, industrialização e comercialização de produtos agrícolas. O limite de crédito é de até R\$ 450.000,00, com taxa de juros de até 6% ao ano e prazo de até 10 anos, com carência de até 3 anos;

4) Pronaf Mais Alimentos: essa linha de crédito visa a modernização da produção agropecuária para agricultores familiares que produzem alimentos básicos, como arroz, feijão e milho. O financiamento pode ser usado para a compra de máquinas, implementos agrícolas e estruturas de armazenamento, com limites de créditos de até R\$ 450.000,00 individual e R\$ 9,9 milhões coletivo, juros de 4% ao ano, prazo de até 10 anos e até 3 anos de carência.

Segundo Araújo, Sampaio e Lima (2024), o Pronaf Grupo B abrange os agricultores em situação de maior vulnerabilidade no cenário agrícola do Brasil. Diante dessa realidade, eles têm à disposição modalidades diferenciadas de microcrédito, a exemplo do Agroamigo, oferecido pelo Banco do Nordeste (BNB). Tal medida se justifica porque os agricultores enquadrados no Pronaf B, por serem os mais carentes, enfrentam obstáculos maiores para conseguir crédito e os recursos necessários para viabilizar sua produção.

O Pronaf B é uma linha de crédito voltada aos pequenos produtores rurais com menos recursos, apresentando termos mais vantajosos se comparado a outros tipos de crédito. Essa forma de apoio financeiro tem se mostrado crucial para impulsionar a produção e a renda, sobretudo na região Nordeste, onde o acesso a serviços financeiros é indispensável para diminuir a situação de pobreza. O programa simplifica a compra de materiais, maquinário e técnicas modernas, incentivando o crescimento da economia da região e elevando o padrão de vida nas áreas do campo (Guanziroli, 2007; Beltrame; Pereira, 2017).

O programa também contribui para a competitividade dos pequenos agricultores ao ampliar o acesso a mercados formais e melhorar as negociações, resultando em efeitos multiplicadores na economia regional (Freitas; Silva, 2021). Além do impacto econômico, o Pronaf B tem promovido desenvolvimento social, com os beneficiários investindo em educação, saúde e habitação, o que fortalece a resiliência das comunidades rurais (Souza; Lima, 2022).

Contudo, o programa enfrenta desafios, como a burocracia para acessar o crédito e a falta de assistência técnica, o que pode comprometer a sustentabilidade dos projetos financiados (Silveira; Lima, 2017; Araújo; Vieira Filho, 2018). Além disso, a cobertura

limitada em áreas remotas do Nordeste reduz a efetividade do programa nas regiões mais vulneráveis (Freitas; Castro, 2020).

Para aprimorar o Pronaf B, Silva e Ciriaco (2022) e Castro (2024) recomendam simplificar os processos de acesso, ampliar a oferta de assistência técnica e aumentar a cobertura geográfica, especialmente nas áreas isoladas, garantindo um impacto mais abrangente.

2.2.2 Estudos empíricos

Existem vários estudos que analisam a funcionalidade do Pronaf B, mostrando a importância do programa para o contexto rural brasileiro. Muitas pesquisas, como teses, dissertações, artigos, livros e relatórios, discorrem sobre isto. Logo, as bases usadas neste trabalho são mostradas no Quadro 1:

Quadro 1 – Estudos Empíricos sobre o Pronaf B

(continua)

Referência	Região do estudo	Método utilizado	Principais resultados
Kageyama (2003)	Oito estados brasileiros (AL, BA, CE, MA, ES, MG, SC e RS)	Modelos de regressão múltipla para avaliar os efeitos do Pronaf na renda e na produtividade, controlando outras variáveis	O estudo encontrou uma forte correlação entre o crédito do PRONAF e a adoção de práticas tecnológicas na agricultura. A autora destacou que os agricultores que receberam o Pronaf apresentaram maior produtividade agrícola, mas também aumentaram o uso de insumos químicos e a mecanização, levantando preocupações ambientais. Logo, o estudo sugere políticas que equilibrem ganhos de produtividade com a sustentabilidade ambiental, enfatizando a necessidade de mais pesquisas relacionadas.
Mattei (2005)	Sul e Centro-Oeste	Análise de regressão	É constatado que, embora o programa Pronaf tenha influenciado positivamente o crescimento econômico e a produção agrícola, desafios significativos permanecem, particularmente em relação à distribuição de terras e à participação social na formulação de políticas.

(continua)

Referência	Região do estudo	Método utilizado	Principais resultados
Sousa, Monte e Paula (2013)	Município de Irauçuba, localizada no Estado do Ceará	Foi empregado métodos de amostragem específicos para garantir uma seleção representativa dos participantes	É evidenciado que, embora o programa tenha aumentado a renda em 43,7%, essa renda foi inferior à de programas sociais como Bolsa Família e Fome Zero. Além disso, destaca-se o papel das associações comunitárias e sindicatos rurais na democratização do crédito. Em suma, é apontado a relevância de apoio contínuo aos agricultores familiares, a integração de políticas sociais e agrícolas, e a oferta de treinamento técnico para melhorar a eficácia do programa.
Carvalho (2020)	Nordeste	Estatísticas descritivas e estatísticas inferenciais	Há a necessidade de investimentos em assistência técnica, gestão e comercialização para dinamizar a agricultura familiar do Pronaf B. A autora defende o engajamento ativo dos agricultores nas decisões políticas e sociais por meio de associações e conselhos, visando melhorar a distribuição de políticas públicas e garantir melhores condições de vida para as famílias rurais.
Alves <i>et al.</i> (2021)	Semiárido brasileiro	Amostragem estruturada: estatísticas descritivas	Apesar das boas condições em termos de moradia e habilidades de leitura, os agricultores do Pronaf B no semiárido enfrentam restrições significativas de acesso a terras e capital físico, o que influencia diretamente suas estratégias produtivas e de reprodução social.
Machado <i>et al.</i> (2022)	Abrangência nacional	O método Balanceamento da Entropia foi utilizado para análise do tratamento, enquanto o método Mínimos Quadrados Ponderados foi utilizado para medição do impacto	O estudo revelou que o acesso ao Pronaf tende a gerar impactos positivos na agricultura familiar, com destaque para os resultados mais expressivos observados na linha Pronaf V, o que reforça a importância de uma análise mais descentralizada. Por outro lado, foram identificados efeitos negativos no Pronaf B, indicando possíveis dificuldades na aplicação adequada dos recursos pelos beneficiários. Além disso, os autores destacam que a eficácia do programa depende da articulação com outras políticas de suporte, como a assistência técnica e a extensão rural.

(conclusão)

Referência	Região do estudo	Método utilizado	Principais resultados
Araújo, Sampaio e Lima (2024)	Nordeste	Estatísticas descritivas	Existe um cenário de vulnerabilidade, no qual a limitada posse de terra, o baixo nível educacional e tecnológico, bem como a escassez de assistência técnica, compromete a capacidade produtiva e a autonomia econômica dos agricultores familiares do Pronaf B no Nordeste.

Fonte: Elaborado pela autora.

Com base no Quadro 1, é possível verificar que o Pronaf B apresenta uma grande relevância para a agricultura familiar, principalmente em regiões menos desenvolvidas e vulneráveis, como o semiárido nordestino. Contudo, também é possível analisar que existem desafios na implementação e manutenção do programa, como a dificuldade na obtenção do crédito e a escassez de assistência técnica. Portanto, para promover a eficácia do Pronaf B, é necessário integrá-lo a outros programas sociais, impulsionar cooperativas, valorizar o comércio local e estimular a adoção de práticas agrícolas sustentáveis, sobretudo no Nordeste.

2.2.3 A produção de milho no Ceará

De acordo com o Instituto Nacional do Semiárido (INSA, 2024), o semiárido brasileiro ocupa quase 12% do território nacional e conta com aproximadamente 28 milhões de pessoas. Essa região é caracterizada por chuvas irregulares, alta evaporação e escassez hídrica. Apesar das chuvas torrenciais que reabastecem os recursos hídricos, o clima seco, intensificado pelas mudanças climáticas, torna a área vulnerável, exigindo suporte técnico adequado para mitigar esses efeitos.

A agricultura é vital para a economia do semiárido, destacando-se a produção de milho, soja, algodão, feijão, mandioca e cana-de-açúcar. O milho, em especial, é significativo para os estados da Bahia, Piauí, Ceará, Pernambuco e Sergipe (INSA, 2024). Dada a variabilidade climática, técnicas adequadas de plantio, como a escolha do momento ideal para a semeadura, são essenciais para assegurar a produtividade (Santiago *et al.*, 2013; INSA, 2024).

Maldaner *et al.* (2014) apontam o milho como uma das principais culturas energéticas no Brasil, beneficiada por condições edafoclimáticas favoráveis e técnicas

especializadas. O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, com crescimento médio anual de 5,2% na última década. A maior produção está no Centro-Oeste, seguida pelas regiões Sul, Sudeste, Nordeste e Norte (BRASIL, 2024).

Na região Nordeste, a Bahia se destaca como o maior produtor de milho, tanto pela quantidade colhida quanto pela extensão das plantações. Em seguida, aparecem Maranhão, Piauí, Sergipe e Ceará. No quesito produtividade, Sergipe assume a liderança, com Maranhão, Bahia, Piauí, Alagoas, Pernambuco e Ceará logo atrás. Essas diferenças mostram como o clima e a estrutura de cada local afetam o rendimento das lavouras (Coêlho, 2024).

Dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2024a) e do Banco do Nordeste (BNB, 2022) demonstram que, no Ceará, a produção de milho ocupou 584 mil hectares em 2022/2023, resultando em 361,5 mil toneladas. Embora não esteja entre os maiores produtores, o estado tem se beneficiado de políticas como o Pronaf, que asseguram acesso a crédito e tecnologias para os agricultores familiares, promovendo maior produtividade e profissionalização no semiárido.

A instabilidade das chuvas afeta consideravelmente a produção agrícola no semiárido, principalmente as culturas que dependem da água da chuva para o desenvolvimento, como o milho, o feijão e a mandioca. A produção dessas culturas diminui significativamente em épocas de seca, como demonstrado no estudo de Lemos *et al.* (2020) e confirmado na pesquisa feita por Salviano, Lemos e Martins (2023). Esses autores ressaltam que as políticas agrícolas direcionadas ao setor rural fortalecem a capacidade de adaptação dos agricultores e são cruciais para minimizar os impactos climáticos.

Ainda nessa perspectiva Alencar *et al.* (2019) reforçam que a seca compromete a produtividade do milho no Ceará, sugerindo a adoção de variedades resistentes e práticas adaptativas, como a gestão eficiente da água. Políticas públicas que forneçam apoio técnico e financeiro aos pequenos agricultores são essenciais para enfrentar esses desafios.

Diante desse cenário, mesmo com a instabilidade climática, o cultivo do milho continua sendo relevante para a economia cearense, sobretudo para os agricultores familiares. No entanto, a escassez pluviométrica e a vulnerabilidade da região representam um desafio, mas programas como o Pronaf, em particular o Grupo B, auxiliam no aumento da produção agrícola. Portanto, a adoção de métodos de plantio adequados ao clima e a escolha por variedades resistentes à seca são fundamentais para conservar a produção, tornando o milho uma cultura vital para o avanço da agricultura no Ceará.

2.3 Metodologia

Esta seção descreve os procedimentos metodológicos adotados para a realização do estudo. São apresentadas as bases de dados utilizadas, a forma de seleção da amostra e as variáveis analisadas. Em seguida, detalha-se o método econométrico empregado, destacando sua adequação para avaliar os impactos do Pronaf B sobre a área plantada e a produção de milho no Ceará.

2.3.1 Base de dados

Os dados utilizados neste trabalho referem-se ao crédito do Pronaf B¹, à produção e à área agrícola destinadas à produção de milho nos 27 maiores municípios produtores do Ceará², no período de 2016 a 2021. A escolha do Ceará para este estudo deve-se à sua importância estratégica no cenário agrícola brasileiro, em especial na produção de milho. O estado apresenta características climáticas e socioeconômicas que o tornam singular, combinando desafios ambientais com um forte potencial agrícola, o que o torna um ambiente propício para analisar os efeitos das políticas de crédito rural, como o Pronaf B, sobre a produção agrícola.

Em relação aos municípios selecionados, o critério utilizado foi a representatividade dos maiores produtores de milho na região, assegurando que a amostra capturasse os impactos do crédito rural onde sua influência é mais expressiva, tanto na quantidade produzida quanto na extensão da área plantada.

Por fim, o período de 2016 a 2021 foi escolhido por oferecer um conjunto de dados completo e consistente sobre os valores contratados pelo Pronaf B, permitindo uma análise longitudinal que revele as tendências e variações ao longo dos anos, o que possibilita uma compreensão aprofundada dos efeitos do crédito rural na dinâmica da produção de milho nos municípios estudados.

Os dados referentes ao crédito foram obtidos da Matriz de Crédito Rural (MDCR) do Banco Central (BACEN), e as informações sobre a área cultivada e a produção foram retiradas da produção agrícola municipal (Pesquisa Agrícola Municipal - PAM, 2022) do

¹ Os valores monetários do crédito rural do Pronaf B foram deflacionados pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor (INPC) a preços de 2021.

² Os 27 municípios do Ceará estudados foram: Acopiara, Aracati, Aracoiaba, Assaré, Brejo Santo, Capistrano, Cariús, Farias Brito, Granja, Icapuí, Icó, Iguatu, Independência, Ipaporanga, Itaiçaba, Jaguaruana, Jijoca de Jericoacoara, Jucás, Marco, Missão Velha, Morada Nova, Novo Oriente, Parambu, Porteirias, Quiterianópolis, Redenção e Tauá.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). O Quadro 2 detalha as variáveis empregadas no modelo, indicando como foram medidas e de onde foram obtidas.

Quadro 2 – Variáveis utilizadas no modelo

Variável	Descrição	Fonte	Estudos fundamentados
Crédito rural ¹	Valor total de crédito rural, especificamente do Pronaf B, a preços de 2016 a 2021 por município em reais.	BACEN, 2021	Araújo e Vieira Filho (2018); Costa e Vieira Filho (2018).
Área plantada	Área plantada de milho por município em hectares.	IBGE, 2022	Araújo e Vieira Filho (2018); Costa e Vieira Filho (2018).
Produção	Quantidade de milho produzido por município em toneladas.	IBGE, 2022	Araújo e Vieira Filho (2018); Costa e Vieira Filho (2018).

Fonte: Elaborado pela autora.

Nota: ¹Valores deflacionados pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor (INPC) a preços de 2021.

Na seção seguinte, são detalhados os procedimentos utilizados.

2.3.2 Método de análise

Para avaliar o impacto do crédito do Pronaf B na área plantada e na produção de milho nos 27 maiores municípios produtores do Ceará, no período de 2016 a 2021, foi escolhido o modelo VAR em painel, também denominado PVAR.

Ademais, o VAR em painel utilizado neste trabalho apresenta estrutura similar à do modelo VAR tradicional, em que as variáveis são endógenas e independentes. Logo, a escolha por essa metodologia justifica-se pela constatação de que, em outros modelos de econometria, a separação entre variáveis endógenas e exógenas é frequentemente vista como subjetiva. Por outro lado, o VAR em painel adota uma perspectiva distinta, considerando todas as variáveis como endógenas, o que minimiza o risco de aplicar falsas limitações ao modelo (Maia, 2011; Ribeiro *et al.*, 2023).

Além disso, outro motivo para a escolha desse método de Vetores Autorregressivos com Painel (PVAR) está em sua aplicação em pesquisas anteriores para mensuração dos impactos do crédito rural. Autores como Costa e Vieira Filho (2018) utilizaram o PVAR para mensurar choques de crédito rural sobre a produção agrícola e

pecuária no Brasil, abrangendo o período de 2007 a 2016. De forma similar, Araújo e Vieira Filho (2018) aplicaram o PVAR para avaliar os efeitos dos choques de crédito disponibilizado pelo Pronaf, por meio da quantidade e do valor agregado dos contratos de agricultura e pecuária, sobre variáveis como área plantada, valor bruto da produção agrícola e pecuária, além da produtividade da terra, também no período de 2007 a 2016. Esses estudos consolidam o PVAR como uma ferramenta robusta e adequada para explorar a dinâmica entre crédito rural e variáveis produtivas, o que fundamenta sua adoção na presente análise.

Com o objetivo de mensurar o efeito do choque do crédito do Pronaf B sobre a produção de milho nos 27 maiores municípios produtores do estado do Ceará, o seguinte modelo será estimado:

$$y_{i,t} = A_{0i}(t) + A_i(L) Y_{t-1} + u_{it} \quad (1)$$

O índice i é genérico, representando os 27 municípios do Ceará analisados. O $y_{i,t}$ é o vetor de variáveis endógenas do modelo. Y_t é uma versão empilhada de $y_{i,t}$. $A_{0i}(t)$ possui todos os componentes determinísticos dos dados. $A_i(L)$ é o operador polinomial de defasagens. E u_{it} é um $G \times 1$ de erros aleatórios. Ademais, A_{0i} juntamente com A_i , dependem de cada unidade de i (Canova; Cicarelli, 2013).

Ao analisar dados em painel de municípios cearenses, torna-se crucial levar em conta as diferenças não visíveis entre eles. Para isso, emprega-se o método de efeitos fixos, que parte do princípio de que as observações são parecidas, com coeficientes iguais para todos, salvo nos parâmetros que variam (Wooldridge, 2007). Desse modo, aplicou-se o estimador de efeitos fixos por mínimos quadrados para dados em painel, considerando que o efeito de cada município varia e se distribui de maneira dependente. A estrutura do modelo foi definida por meio de um processo recursivo, seguindo as pesquisas de Blanchard e Perotti (2002) e Bénétrix e Lane (2012).

Após a estimação do modelo econométrico, as respostas da produção e da área plantada de milho, resultantes de um choque no crédito do Pronaf B, são obtidas por meio das funções impulso-resposta. Essas funções permitem verificar se o choque em uma variável provoca alterações decorrentes de choques em outras variáveis. Desse modo, a análise dessas funções indica como um choque em uma variável gera efeitos em outras. Os intervalos de confiança para as funções impulso-resposta foram determinados utilizando o método de *bootstrap* proposto por Hall (1992).

É imprescindível examinar se as séries temporais apresentam raiz unitária antes de realizar a modelagem PVAR. Para tanto, optou-se pelo teste elaborado por Harris e Tzavalis (1999). Essa escolha justifica-se pelo tamanho limitado da amostra, que abrange o período de 2016 a 2021, totalizando apenas seis anos. Os autores propuseram um teste de raiz unitária que leva em conta a curta dimensão temporal T . Ignorar tal ajuste implicaria assumir que T tende ao infinito para determinar as propriedades assintóticas, o que poderia levar a interpretações incorretas. O teste considera a existência de raiz unitária como hipótese nula e a sua inexistência como hipótese alternativa.

Além disso, para investigar o sentido e a força da relação de causa e efeito entre as variáveis, aplicou-se o teste de causalidade de Granger, idealizado por Juodis, Karavias e Sarafidis (2021). Esse método analisa como as variáveis se influenciam ao longo do tempo, levando em conta a heterogeneidade entre as unidades do painel e possibilitando conclusões mais sólidas do que os testes comuns. Assim, o teste verifica se o histórico de uma variável X ajuda a prever os valores futuros de Y . Caso essa relação seja confirmada, entende-se que X causa Y no sentido de Granger.

2.4 Análise e discussão dos resultados

Nesta seção são apresentados os resultados obtidos a partir da aplicação do modelo econométrico, seguidos de sua análise e discussão. Inicialmente, são expostas as estatísticas descritivas referentes à produção, área plantada e crédito rural. Em seguida, são discutidos os resultados da estimação do modelo PVAR, relacionando-os à literatura existente e às especificidades do contexto cearense.

2.4.1 Estatísticas descritivas

Os dados apresentados na Tabela 1 mostram as estatísticas descritivas dos 27 principais municípios produtores de milho no Ceará que foram beneficiados pelo Pronaf B no período de 2016 a 2021.

No Apêndice A, é apresentado a evolução da produção de milho, o tamanho da área plantada desse grão e a evolução do valor de crédito do Pronaf B concedido, respectivamente, para os 27 municípios analisados do Ceará que foram beneficiados pelo Pronaf B, durante os anos de 2016 a 2021.

Dessa forma, a produção de milho dos municípios analisados durante o período estudado apresentou um valor médio igual a 4.052,4 toneladas, variando de 5 toneladas em Icapuí, em 2016, a 18.506 toneladas em Novo Oriente, em 2019, conforme ilustrado na Tabela 1 e no Apêndice A1.

Já em relação à área plantada de milho nos 27 maiores municípios produtores do Ceará beneficiados do Pronaf B, o valor médio foi de 4.694,7 hectares, variando de 121 hectares em Icapuí, em 2016, e 18.900 hectares em Tauá, em 2017, conforme ilustrado na Tabela 1 e no Apêndice A2.

Do mesmo modo, para o período analisado, observa-se que, para todos os municípios avaliados, o valor, em média, do crédito rural do Pronaf B utilizado foi de R\$ 58.290,81 reais. O município que apresentou o menor valor, de R\$ 1.500,00 reais do crédito do Pronaf B, foi em Jijoca de Jericoacoara no ano de 2020, enquanto o maior valor, de R\$ 889.207,00 reais do crédito rural, foi no ano de 2021 em Parambu, conforme ilustrado na Tabela 1 e no Apêndice A3.

Ademais, com base na Tabela 1, é possível analisar que o desvio padrão para todas as variáveis obtiveram resultados elevados. Isto pode ser atribuído a diversos fatores, como a instabilidade climática da região, especialmente os longos períodos de seca, o que influencia diretamente na produção, na área plantada e no acesso ao crédito. Além disso, o período também foi afetado pela pandemia do Covid-19, que trouxe desafios adicionais, como dificuldades no acesso a insumos agrícolas, as restrições logísticas e a redução na demanda de determinados mercados. Esses fatores combinados contribuíram para oscilações significativas nos dados, refletindo um ambiente de elevada incerteza e reforçando a vulnerabilidade da produção agrícola frente a condições adversas.

A produção de milho apresentou um crescimento expressivo durante o período de 2016 a 2021. Em 2016, a quantidade produzida do grão alcançou cerca de 52 mil toneladas, atingindo um avanço significativo ao longo dos anos. Esse avanço atingiu seu pico em 2020, com uma produção de aproximadamente 179 mil toneladas, antes de um leve recuo, chegando a cerca de 131 mil toneladas em 2021. Dito isto, a produção recorde de 2020 pode estar relacionada ao maior aporte de recursos e aos avanços na produção no período, enquanto a ligeira queda em 2021 indica uma possível mudança nas condições do cultivo do milho (ver Apêndice A1).

A área plantada de milho nesses municípios apresentou variações ao longo do período. Em 2016, a área total plantada era de aproximadamente 124 mil hectares, havendo um leve crescimento em 2017 e 2018. No entanto, houve uma redução em 2019 para cerca de

114 mil hectares, seguida de uma recuperação nos anos seguintes, atingindo aproximadamente 129 mil hectares em 2021. Esse comportamento sugere ajustes no uso de terras, possivelmente devido a condições climáticas ou mudanças na demanda de milho (ver Apêndice A2).

O crédito concedido pelo Pronaf B para os 27 maiores municípios produtores de milho no Ceará cresceu significativamente entre 2016 e 2021. Em 2016, o total do crédito cedido foi de aproximadamente R\$ 590 mil, aumentando de forma constante nos anos subsequentes, com um salto significativo a partir de 2019, alcançando R\$ 1.793.006,00 milhões de reais. Esse crescimento se intensificou até atingir cerca de R\$ 2.975.410,00 milhões em 2021, refletindo um aumento do suporte financeiro ao setor agrícola nos municípios analisados (ver Apêndice A3).

Tabela 1 – Estatísticas descritivas

Variável	Média	Desvio Padrão	CV (%)	Mínimo	Máximo
Produção (toneladas)	4.052,40	3.960,3	97,7	5	18.506
Área plantada (hectares)	4.694,70	3.786,10	80,65	121	18.900
Crédito rural (R\$)	58.290,81	95.456,63	163,76	1.500,00	889.207,00

Fonte: Elaborada pela autora.

Na seção seguinte, faz-se a análise dos vetores autorregressivos para dados em painel.

2.4.2 Avaliação do PVAR

Antes de estimar o PVAR, é preciso verificar se as séries temporais são estacionárias. Para isto, foi aplicado o teste de raiz unitária de Harris-Tzavalis (1999), conforme mostrado na Tabela 2. A análise dos resultados revelou que todas as séries são estacionárias em nível, ou seja, todas são I (0). Portanto, os modelos PVAR foram estimados com todas as variáveis em nível.

Tabela 2 – Resultados do Teste de Raiz Unitária Harris-Tzavalis

(continua)				
Séries	I (d) ¹	Estatística	z	p-valor
Produção	I (0)	0,2125	-4,4202	0

(conclusão)				
Séries	I (d) ¹	Estatística	z	p-valor
Área plantada	I (0)	0,1433	-5,2715	0,0000
Crédito rural	I (0)	0,3510	-2,7138	0,0033

Fonte: Elaborada pela autora.

Nota¹: I (d) é o número de diferenças no modelo.

Na sequência, foi realizado o teste de causalidade de Granger para dados em painel, apresentado na Tabela 3, a fim de analisar a direção e a intensidade da causalidade entre as variáveis estudadas. O método utilizado foi o proposto por Juodis, Karavias e Sarafidis (2021), que consiste em verificar se os valores passados de uma variável ajudam a prever os futuros de outra, corrigindo vieses e considerando a heterogeneidade em dados em painel.

Assim, para a base de dados utilizada e contendo uma defasagem, pode-se inferir que existe causalidade unidirecional, isto é, o crédito rural causa a produção e a área plantada de milho no sentido de Granger; no entanto, a produção e a área plantada de milho não causam-Granger o crédito rural. Optou-se pela utilização de apenas uma defasagem no teste de causalidade de Granger devido à curta dimensão temporal da base de dados (2016 a 2021), com apenas seis observações por unidade. O uso de múltiplas defasagens nesse contexto comprometeria os graus de liberdade e poderia gerar sobreparametrização do modelo. Além disso, a literatura recomenda modelos mais parcimoniosos em séries curtas, sendo comum a adoção de uma única defasagem, conforme indicam critérios como o Critério de Informação de Akaike (AIC) e o Critério Bayesiano de Schwarz (BIC).

Tabela 3 – Resultados do teste de causalidade de Granger

(Y) (X)		Coefficient	Df.	z	P > z
Produção rural	Crédito	0,151	1	2,04	0,041*
Área plantada	Crédito rural	-0,024	1	-2,12	0,019*
Crédito rural	Produção	0,101	1	0,81	0,416
Crédito rural	Área plantada	0,848	1	1,76	0,078

Fonte: Elaborada pela autora.

Nota: H₀: X não Granger-causa Y. H₁: X Granger-causa Y.

(*) indica que a hipótese nula foi rejeitada a um nível de confiança de 95%.

Na literatura, diversos estudos investigaram a relação de causalidade entre o crédito rural e a produção agrícola por meio da metodologia de Granger (Cavalcanti, 2008;

Sial; Awan; Waqas, 2011). Além disso, vários pesquisadores analisaram a relação de causalidade entre o crédito rural e o PIB agropecuário³, como no trabalho de Borges e Parré (2021). Esses autores examinaram essa conexão no período de 1999 a 2018 e identificaram que o crédito rural antecede temporalmente o produto agropecuário. Assim, concluíram que, de forma unidirecional, o crédito rural Granger-causa o PIB agropecuário.

A Tabela 4 apresenta os efeitos contemporâneos estimados pelo modelo, ou seja, os efeitos imediatos de uma variável sobre outra dentro do mesmo período. No que se refere à relação entre a produção de milho e o crédito rural do Pronaf B, o coeficiente estimado foi de -0,2935, indicando uma associação negativa no curto prazo. Como as variáveis não estão logaritmizadas, o valor representa uma variação absoluta. Esse resultado sugere que o crédito do Pronaf B, no momento inicial após sua concessão, não gera efeito positivo imediato sobre a produção agrícola, podendo inclusive estar associado a uma retração momentânea.

Esse comportamento pode estar relacionado ao fato de que os recursos são, muitas vezes, utilizados para reorganização da produção, quitação de dívidas anteriores ou investimentos que demandam um período de maturação antes de impactar a produtividade. Resultados semelhantes foram encontrados em Araújo e Vieira Filho (2018) e Torres, Bender Filho e Pereira (2022), que observaram efeitos iniciais negativos do crédito sobre a produção, especialmente quando este é utilizado majoritariamente para custeio e não para investimentos estruturantes. Ainda assim, os resultados das funções impulso-resposta apresentadas posteriormente evidenciam que, ao longo do tempo, os efeitos do crédito rural se tornam positivos, indicando que os benefícios produtivos tendem a se consolidar em um horizonte mais amplo.

No caso da área plantada em função do crédito rural, o coeficiente contemporâneo estimado foi de -1,1017, também indicando uma relação negativa no curto prazo. Ou seja, um aumento no crédito está inicialmente associado à redução da área cultivada, o que pode refletir decisões estratégicas dos produtores de redirecionar o uso da terra ou priorizar melhorias na produtividade dentro da área já existente. Esse padrão é coerente com o estudo de Costa e Vieira Filho (2018), que destacam que, em certas situações, o crédito é utilizado para intensificação da produção, como maior uso de insumos ou mecanização, e não necessariamente para expansão da área cultivada.

Por outro lado, o coeficiente que expressa o efeito contemporâneo da área plantada sobre a produção foi positivo, estimado em 0,2760, indicando que, no curto prazo,

³ Embora avalie o impacto do crédito rural em uma variável distinta das empregadas neste estudo, o PIB da agropecuária está intrinsecamente relacionado à produção e à área plantada.

uma maior área cultivada tende a gerar aumento na produção. Embora esse resultado seja esperado, ele confirma empiricamente a relação direta entre expansão da área plantada e crescimento produtivo, como também apontado por Mattei (2005).

Tabela 4 – Efeitos contemporâneos

	Produção	Área plantada	Crédito rural
Produção	1	0	0
Área plantada	0,2760	1	0
Crédito rural	-0,2935	-1,1017	1

Fonte: Elaborada pela autora.

Após a análise dos efeitos contemporâneos, foram estimadas as funções impulso-resposta (IRF) para obter os impactos dos choques do crédito rural do Pronaf B na produção e na área plantada de milho no Ceará. As Figuras 1 e 2 apresentam as respostas da produção e da área plantada de milho, respectivamente, relacionadas a choques no crédito rural, para os 27 maiores municípios produtores do Ceará, ao longo de seis anos. Esses choques são de uma unidade, já que o modelo não é logaritmizado.

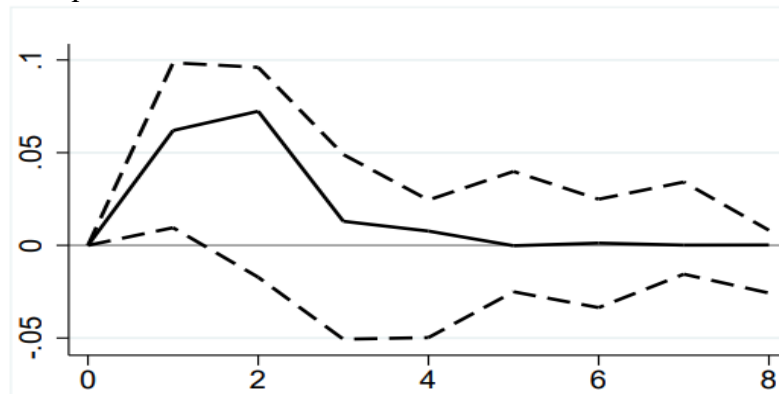
Observa-se que, na Figura 1, o resultado da IRF, referente ao impacto do choque do crédito rural sobre a produção de milho, mostra um efeito positivo ao longo do tempo, sendo crescente nos primeiros anos, mas declinando a partir do terceiro ano e se estabilizando no quinto, o que indica que, após um aumento no crédito rural, a produção de milho tende a crescer gradualmente até atingir seu máximo de potencial produtivo e se estabilizar. Esse resultado sugere que o crédito concedido pelo Pronaf B desempenha um papel fundamental no aumento da capacidade produtiva dos agricultores ao longo dos períodos subsequentes ao choque.

O impacto positivo pode estar relacionado ao fato de que o crédito permite aos produtores investirem em insumos, tecnologia agrícola e expandir suas operações, o que resulta em maior produção. Embora os efeitos contemporâneos tenham mostrado uma correlação negativa no curto prazo, os resultados das IRFs evidenciam que os recursos financeiros, quando aplicados de maneira eficiente, impulsionam o crescimento da produção de milho de forma sustentável ao longo do tempo. Isto reforça a importância do crédito rural como uma ferramenta essencial para o desenvolvimento agrícola, especialmente em contextos regionais como o do Ceará, onde o apoio financeiro é crucial para o aumento da produtividade e para a consolidação de práticas agrícolas mais avançadas.

Esse resultado vai ao encontro dos estudos de Costa e Vieira Filho (2018) e Alves

et al. (2021), que destacam que o crédito rural desempenha um papel crucial no aumento da produção agrícola no Brasil, com efeitos positivos de longo prazo em várias métricas de produção.

Figura 1 – Resposta da quantidade produzida de milho a choques no crédito rural do Pronaf B



Fonte: Elaborada pela autora.

Nota: As linhas tracejadas representam o intervalo de confiança de 95%.

A Figura 2 apresenta o resultado do choque sobre a área plantada, mostrando uma resposta positiva. A função impulso-resposta (IRF) referente ao impacto de um choque no crédito rural sobre a área plantada revela um efeito positivo e gradual ao longo do tempo, se estabilizando a partir do quinto ano, o que sugere que um aumento no crédito contribui para a expansão da área destinada ao plantio de milho. No entanto, é importante observar que os efeitos contemporâneos entre o crédito rural e a área plantada mostraram uma correlação negativa, indicando que, no curto prazo, um aumento no crédito rural pode estar associado a uma redução imediata na área plantada.

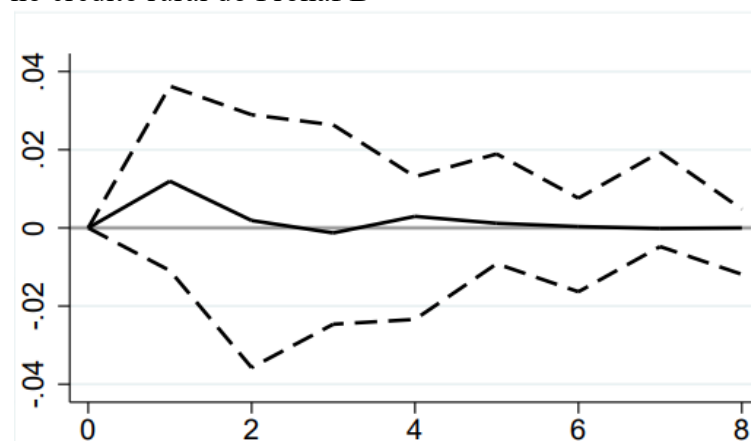
Essa discrepância pode ser oriunda de ajustes estratégicos de curto prazo, tomados pelos agricultores ao receberem recursos financeiros. Inicialmente, os agricultores podem empregar o capital em outras prioridades, como a compra de equipamentos ou no aperfeiçoamento das suas técnicas de cultivo, o que resulta em uma utilização temporariamente menor da área plantada durante esse período inicial. Essa postura primária dos produtores revela uma reorganização do investimento ou falta de orientação técnica.

Contudo, os resultados das IRFs indicam que, ao longo do tempo, o crédito rural tem um impacto positivo e relevante na expansão da área plantada, sugerindo que, uma vez passados os ajustes iniciais, os agricultores utilizam os recursos do crédito para efetivamente aumentar sua capacidade de cultivo. Isto evidencia a natureza dinâmica do crédito rural, em que os benefícios de longo prazo superam as possíveis retrações iniciais observadas nos efeitos contemporâneos.

O aumento na área plantada após o choque no crédito também pode ser atribuído à maior confiança dos agricultores em expandir suas atividades na medida em que têm acesso a financiamento, podendo melhorar a infraestrutura agrícola e adquirir equipamentos ou fertilizantes. Esses resultados corroboram os estudos de Araújo e Vieira Filho (2018), Costa e Vieira Filho (2018) e Torres, Bender Filho e Pereira (2022), os quais apontam para uma dinâmica de efeitos do crédito rural que se transformam ao longo do tempo.

Araújo e Vieira Filho (2018) demonstram que, embora os efeitos iniciais do crédito possam ser negativos para a produção e a produtividade, há uma tendência de crescimento na área plantada, já que os recursos passam a ser melhor alocados em investimentos estratégicos. De forma similar, Costa e Vieira Filho (2018) identificam que o choque no crédito rural impacta negativamente a área plantada a curto prazo, sugerindo que os agricultores inicialmente direcionam os recursos para atender necessidades imediatas, como o custeio da safra; entretanto, com o tempo, esses recursos promovem a intensificação da produção, permitindo a expansão da área cultivada. Por sua vez, Torres, Bender Filho e Pereira (2022) evidenciam que o crédito rural, quando utilizado para investir em tecnologia, infraestrutura e insumos, atua como um catalisador para o crescimento sustentável, mesmo que seus efeitos iniciais sejam modestos.

Figura 2 – Resposta da área plantada de milho a choques no crédito rural do Pronaf B



Fonte: Elaborado pela autora.

Nota: As linhas tracejadas representam o intervalo de confiança de 95%.

Assim, os resultados do presente estudo, que mostram um efeito negativo contemporâneo, seguido de uma expansão da área plantada nas IRFs, corroboram esses achados, reforçando a ideia de que o crédito rural desempenha um papel fundamental na reestruturação e no desenvolvimento da produção agrícola a longo prazo.

2.5 Considerações finais

Este estudo analisou o impacto do crédito do Pronaf B sobre a área plantada e a produção de milho no estado do Ceará, por meio do modelo de vetores autorregressivos para dados com painel (PVAR). Com base nos resultados obtidos, verificou-se que o crédito rural do Pronaf B Granger-cause a produção e a área plantada de milho. No entanto, a produção e a área plantada não apresentam causalidade de Granger sobre o crédito rural. Vale destacar que este estudo considerou apenas uma defasagem, o que caracteriza os resultados como válidos para o curto prazo.

A estatística descritiva mostrou grande variabilidade entre os municípios beneficiados entre 2016 e 2021, com produção média de 4.052,4 toneladas de milho. O menor valor foi registrado em Icapuí, com 5 toneladas em 2016, e o maior em Novo Oriente, com 18.506 toneladas em 2019. A área plantada variou de 121 hectares em Icapuí, em 2016, até 18.900 hectares em Tauá, em 2017. O crédito rural médio foi de R\$ 58.290,81, sendo Jijoca de Jericoacoara o município com menor valor, R\$ 1.500,00 em 2020, e Parambu o maior, R\$ 889.207,00 em 2021.

Os resultados indicam que o Pronaf B teve um impacto positivo na produção de milho nos 27 municípios maiores produtores do Ceará, com choques de crédito rural, gerando aumentos gradativos na produção. Esse crédito também impulsionou a ampliação da área plantada, embora os efeitos de curto prazo tenham mostrado uma correlação negativa, possivelmente devido à reorganização dos recursos pelos agricultores.

Uma limitação importante deste estudo é o curto período analisado (2016 a 2021), que pode não captar completamente os efeitos dinâmicos de longo prazo do crédito rural. Além disso, a elevada heterogeneidade dos 27 municípios e a ausência de variáveis climáticas, essenciais para explicar a instabilidade na produção agrícola, dificultam a atribuição exclusiva dos resultados ao Pronaf B. Também faltam indicadores que reflitam aspectos estruturais, como infraestrutura rural e assistência técnica, o que podem introduzir vieses na análise dos impactos do crédito.

Análises futuras podem abranger um horizonte temporal maior, incorporando dados de épocas mais extensas e integrando fatores climáticos, cruciais para a compreensão do contexto que impacta o desempenho da agricultura. Adicionalmente, novas investigações poderiam ponderar elementos estruturais, a exemplo da assistência técnica e da estrutura do

campo, propiciando uma análise mais robusta dos resultados do Pronaf B e oferecendo uma perspectiva aprimorada da influência sobre o cultivo do milho.

Diante do exposto, para aprimorar o acesso e a eficácia do Pronaf B, recomenda-se que sejam adotadas políticas que melhorem a infraestrutura rural, proporcionando estradas de qualidade e melhores locais de armazenamento, além de oferecer formação aos agricultores em técnicas atuais. Também é fundamental ampliar pesquisas que busquem diversificar as alternativas de crédito e introduzir seguros agrícolas, além de garantir um acompanhamento constante do programa e fomentar inovações tecnológicas adequadas à área. Portanto, os resultados mostram que o Pronaf B é fundamental para o crescimento da produção de milho, promovendo o desenvolvimento sustentável da agricultura familiar no estado do Ceará.

3 IMPACTOS DO PRONAF SOBRE A PRODUÇÃO DE SOJA NO PARANÁ E NO RIO GRANDE DO SUL

3.1 Introdução

A produção agrícola brasileira desempenha um papel central para o desenvolvimento econômico do país, consolidando-se como uma das mais dinâmicas e competitivas do mundo. O Brasil estar entre os maiores exportadores globais de diversas *commodities*, como a soja que na safra de 2023/2024 obteve uma produção de aproximadamente 147.382 mil toneladas e uma área plantada de 46.029,8 mil hectares, fruto de inovação tecnológica e de questões edafoclimáticas favoráveis (CONAB, 2024b).

Nesse contexto, a análise feita por Buainain *et al.* (2014) ressalta que as políticas públicas direcionadas para o desenvolvimento do setor agropecuário exercem uma função estratégica, principalmente aquelas relacionadas ao financiamento da produção. O crédito rural, além de ser um facilitador de acesso a insumos, tecnologias e serviços técnicos, torna-se um instrumento essencial para o aumento da produtividade, a redução das desigualdades regionais e o fortalecimento da agricultura familiar. Entre as políticas públicas de apoio mais relevantes, destaca-se o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), criado em 1996, e que passou a representar uma tentativa concreta do Estado de democratizar o acesso ao crédito para a agricultura familiar (Schneider, 2003; Mattei, 2014; Bianchini, 2015).

Historicamente, o acesso ao crédito rural no Brasil esteve concentrado em grandes produtores e em regiões mais desenvolvidas, como no Sul do país, e com menor alcance entre os agricultores mais pobres e vulneráveis, como é o caso do Nordeste. Essa dinâmica contribuiu para a reprodução de desigualdades estruturais no campo, uma vez que os recursos financeiros públicos foram, por décadas, canalizados majoritariamente para produtores já inseridos em cadeias produtivas estruturadas e com maior capacidade de investimentos (Machado *et al.*, 2022).

Segundo a pesquisa realizada por Leite e Junior (2015), as políticas de crédito rural no Brasil apresentam uma tendência de centralização no acesso. Essa característica tem sido evidenciada nos Censos Agropecuários desde 1960, que mostram uma ênfase nos grandes produtores, especialmente aqueles com maior extensão de terras. Além disso, os autores destacam que certos produtos, como a soja, e a região Sul do país se sobressaem nesse contexto. Também é observado uma concentração significativa no valor médio dos contratos de crédito rural. E com base nos dados do BACEN (2022), o valor de contratos de crédito rural no

Brasil foi de aproximadamente 361.585 milhões de reais, mas a região que deteve maior valor foi a região Sul, com um montante de cerca de 116.457 milhões de reais de contratos, sendo 35.944 milhões de reais direcionados para produção de soja.

Paralelamente, ressalta-se a importância estratégica da soja na economia do setor agrícola brasileiro. Como a principal cultura de exportação do Brasil, a soja é responsável por um papel crucial na produção e nas receitas do setor agropecuário do país. Sua contribuição é extremamente significativa para a economia nacional (Vieira Filho, 2024). Os estados do Paraná e do Rio Grande do Sul são historicamente destaques como grandes produtores no cultivo de soja, e isso por conta de uma combinação de fatores como mecanização avançada e um sistema bem estruturado de apoio técnico e financeiro. De acordo com informações da CONAB (2023a), os estados do Paraná e Rio Grande do Sul, quando analisados em conjunto, foram responsáveis por cerca de 30% da produção de soja no Brasil em 2022. O Paraná destacou-se como o segundo maior produtor do grão no país, ficando apenas atrás do Mato Grosso, enquanto o Rio Grande do Sul ocupou a posição de quinto maior produtor.

No entanto, apesar da forte presença de médios e grandes produtores rurais na região Sul, a agricultura familiar também desempenha papel relevante nessa cadeia produtiva de grãos, especialmente em regiões onde o cultivo da soja foi adaptado a escalas menores com o auxílio do crédito rural. Nesses casos, o Pronaf tem atuado como fator propulsor de produtividade, permitindo o acesso a sementes melhoradas, fertilizantes, maquinários de pequeno porte e práticas sustentáveis de manejo (Conterato *et al.*, 2019; Stamm; Avelar, 2019; Noskoski *et al.*, 2024).

Considerando esses fatos, o Pronaf foi idealizado como uma resposta institucional à exclusão financeira existente no meio rural, buscando promover apoio para agricultura familiar por meio de linhas de crédito adequadas ao perfil produtivo e socioeconômico desses agricultores (Schneider, 2003; Ramos; Martha Junior, 2010; Mattei, 2014; Bianchini, 2015). Logo, apesar dos avanços significativos proporcionados pelo Pronaf, evidências recentes sugerem que ainda existem fortes desigualdades no acesso ao programa, tanto entre os tipos de agricultores quanto entre as regiões do país.

Estudos mais recentes, como os de Araújo, Alencar e Vieira Filho (2020), Machado *et al.* (2022) e Alves *et al.* (2025), mostraram que os recursos do Pronaf continuam fortemente concentrados no Sul do Brasil, região que, embora represente uma parcela significativa da agricultura familiar brasileira, já dispõe de uma estrutura produtiva mais consolidada em comparação com outras regiões, como o Norte e o Nordeste. Essa realidade levanta questionamentos sobre a efetividade do programa em reduzir as disparidades regionais no acesso ao

crédito rural e promover, de fato, uma inclusão mais ampla de produtores em situação de vulnerabilidade.

Diante desse cenário, torna-se fundamental avaliar os impactos de políticas públicas como o Pronaf sobre variáveis produtivas estratégicas, a fim de subsidiar o aperfeiçoamento dessas iniciativas e promover uma maior equidade no meio rural brasileiro. A análise da produção de soja, principal cultura de exportação do país, nas regiões onde o acesso ao crédito é elevado, como no Paraná e no Rio Grande do Sul, permite investigar até que ponto o crédito rural tem sido um vetor de desenvolvimento produtivo. Ao investigar a relação entre a intensidade de acesso ao Pronaf e a produção de soja nesses dois estados, busca-se contribuir com evidências empíricas que possam embasar políticas públicas mais eficazes e sensíveis às desigualdades regionais.

Neste sentido, o presente estudo tem como objetivo principal avaliar os impactos da cobertura do Pronaf sobre a produção de soja nos municípios do Paraná e do Rio Grande do Sul no ano de 2022. Para isso, utilizou-se o método *Generalized Propensity Score* (GPS), que permite estimar os impactos do crédito rural sobre variáveis como a produção, considerando diferentes níveis de intensidade de acesso ao crédito. O GPS é particularmente eficaz para análises de causalidade, pois controla potenciais vieses de seleção e heterogeneidade observável, garantindo resultados mais robustos e confiáveis.

Além desta introdução, o presente estudo é composto por mais quatro seções. Na segunda seção é apresentada a revisão de literatura. Na terceira seção é exposto a metodologia utilizada. A quarta seção mostra a análise e discussão dos resultados. E a quinta seção apresenta as considerações finais do trabalho.

3.2 Revisão de Literatura

A presente revisão de literatura busca contextualizar o debate sobre o crédito rural e o papel do Pronaf no fortalecimento da agricultura familiar, com ênfase na produção de soja. Primeiramente, são apresentados os fundamentos teóricos e institucionais que sustentam a política de crédito rural no Brasil. Em seguida, são analisados os estudos empíricos que investigaram os efeitos do Pronaf em diferentes culturas e regiões, destacando as lacunas de pesquisa. Por fim, é discutida a importância da soja na economia agrícola brasileira, especialmente nos estados do Paraná e do Rio Grande do Sul.

3.2.1 O crédito rural e sua importância para a agricultura familiar brasileira

O crédito rural, ao longo das últimas décadas, consolidou-se como um dos principais instrumentos de política pública voltado ao desenvolvimento da agropecuária no Brasil. Desde a criação do Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR), em 1965, o objetivo principal dessa política tem sido financiar as atividades produtivas no meio rural, viabilizar o acesso a tecnologias e contribuir para o aumento da produtividade (Amaral; Bacha, 2025). Ainda que esses princípios orientassem o sistema, sua operacionalização inicial revelou-se altamente concentradora. Os maiores beneficiados foram os produtores com maior capacidade econômica, localizados nas regiões mais desenvolvidas do país, o que, por consequência, acentuou desigualdades regionais e sociais no campo (Araújo, 2011).

A partir de 1990, o Estado brasileiro passou por uma reconfiguração das políticas agrícolas, com a redução da presença estatal direta no financiamento do setor e uma maior abertura à participação privada (Ramos; Martha Junior, 2010; Buainain *et al.*, 2014). Nesse novo cenário, os pequenos agricultores, já historicamente marginalizados, passaram a enfrentar ainda mais dificuldades para acessar os recursos financeiros necessários ao custeio e investimento em suas atividades. Foi nesse contexto de exclusão estrutural que se consolidou a necessidade de criação de um programa voltado exclusivamente à agricultura familiar (Schneider, 2003; Ramos; Martha Júnior, 2010; Bianchini, 2015).

Nesse contexto, no início de 1996, os pequenos agricultores passaram a ser mais assistidos com o crédito rural, por meio da criação do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf). A proposta surgiu diante de uma demanda social crescente por políticas de enfrentamento da pobreza rural, e foi impulsionada por um estudo conjunto realizado pela *Food and Agriculture Organization* (FAO) e do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra). Essa pesquisa evidenciou a importância econômica da agricultura familiar, revelando a sua relevância na produção de alimentos e na ocupação do território no país, além de mostrar a necessidade de políticas públicas que promovessem sua inclusão produtiva (Schneider, 2010; Belik, 2015).

No Brasil, a agricultura familiar é um segmento essencial tanto do ponto de vista econômico quanto social. De acordo com a Lei da Agricultura Familiar (nº 11.326/2006), o agricultor familiar é aquele que desenvolve atividades no meio rural com base na direção familiar do estabelecimento, utilizando prioritariamente mão de obra da própria família, em área de até quatro módulos fiscais, e cuja renda familiar é predominantemente originada das atividades realizadas no próprio estabelecimento (BRASIL, 2021). Conforme o Censo Agropecuá-

rio de 2017, cerca de 76,8% dos estabelecimentos agropecuários brasileiros foram classificados como familiares (IBGE, 2017).

Esse universo, no entanto, é marcado por forte heterogeneidade, com as regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste concentrando os agricultores familiares mais capitalizados, tecnicizados e organizados, enquanto o Norte e o Nordeste abrigam a maioria dos produtores com menor acesso à crédito, menor escolaridade e maior vulnerabilidade econômica (Besley, 1994; Souza *et al.*, 2013; Mattei, 2014; Bianchini, 2015). Essa diversidade regional e estrutural impõe desafios à formulação de políticas públicas que sejam, ao mesmo tempo, amplas e ajustadas à realidade dos diferentes perfis de produtores.

Desde sua criação, o Pronaf tem passado por importantes reformulações para atender à diversidade da agricultura familiar brasileira. E a partir de 1999, o Banco Central do Brasil passou a classificar os beneficiários do programa em diferentes grupos, com base na renda bruta familiar anual, o que permitiu maior adequação das linhas de financiamento à realidade dos produtores. Essa divisão incluiu os grupos A, B, C, D, A/C e E, que ao longo do tempo foram sendo ajustados conforme o plano safra (Schneider; Cazella; Mattei, 2004).

O grupo A foi destinado aos agricultores assentados da reforma agrária e beneficiários do Programa Nacional de Crédito Fundiário. O grupo B, por sua vez, foi direcionado aos agricultores com renda bruta familiar anual de até 2 mil reais, sendo voltado à parcela mais empobrecida da agricultura familiar, muitas vezes em situação de pobreza extrema (Schneider; Cazella; Mattei, 2004).

Os grupos C e D foram direcionados à agricultores em transição, com rendas brutas familiares anuais variando entre 2 mil e 14 mil reais (grupo C) e entre 14 mil e 40 mil (grupo D), representando produtores em níveis crescentes de capitalização. O grupo A/C foi criado em 2000 para atender agricultores que fizeram a primeira contratação de crédito por meio do grupo A e, posteriormente, passaram a contratar crédito de custeio (Schneider; Cazella; Mattei, 2004).

Durante o período de 2004-2005, o plano safra instituiu o grupo E, correspondente ao patamar de reprodução ampliada. No entanto, a partir do plano safra de 2008-2009, os grupos conhecidos como C, D e E foram substituídos pelo grupo V. Este grupo passou a contemplar os agricultores familiares mais capitalizados, que não se enquadram nas condições dos demais grupos, mas que ainda mantêm o perfil produtivo da agricultura familiar (Wesz Junior, 2010; Del Grossi *et al.*, 2019).

O acesso ao Pronaf exige que os agricultores tenham a Declaração de Aptidão ao Pronaf (DAP), instrumento que foi substituído pelo Cadastro Nacional da Agricultura Famili-

ar (CAF) (BRASIL, 2017). Entre as linhas mais conhecidas estão o Pronaf Custeio, voltado para a aquisição de insumos e manutenção da produção, o Pronaf Investimento, voltado a aquisição de máquinas e equipamentos, e também o Pronaf B, caracterizado como um micro-crédito produtivo orientado, com foco nos agricultores com menor renda (Bianchini, 2015).

Apesar dos avanços alcançados, a distribuição dos recursos do Pronaf continua desigual. Estudos como os de Souza *et al.* (2013), Aquino *et al.* (2014), Mattei (2014), Bianchini (2015), Araújo, Alencar e Vieira Filho (2020), Machado *et al.* (2022) e Alves *et al.* (2025), indicam que os contratos de crédito se concentram principalmente na região Sul do país, onde os agricultores familiares contam com maior grau de organização social, acesso a cooperativas e infraestrutura melhorada. Em contrapartida, os autores apontam que os agricultores do Nordeste, enfrentam obstáculos históricos para acessar o programa, incluindo ausência de agências bancárias, baixa capilaridade institucional e rigidez nos critérios de acesso.

Essa desigualdade interna ao próprio público-alvo do Pronaf revela um paradoxo, que, embora o programa tenha sido criado para promover justiça social no campo, ele ainda não conseguiu atender com a mesma efetividade os agricultores mais vulneráveis. Isso não significa que o programa falhou. Pelo contrário, como destaca Mattei (2005), em menos de uma década, desde a sua criação, o Pronaf tornou-se uma referência entre as políticas de financiamento para o segmento da agricultura familiar. Mas os dados e as experiências locais mostram que ainda há um longo caminho para garantir que o crédito rural cumpra plenamente seu papel de inclusão produtiva.

Dessa forma, compreender o funcionamento, os alcances e as limitações do Pronaf, com atenção às disparidades regionais e sociais no seu acesso, é essencial para aperfeiçoar essa política pública.

3.2.2 Síntese da produção de soja no Brasil

A soja tem papel central na dinâmica agropecuária brasileira, e é a principal *commodity* agrícola do país, tanto em termos de área cultivada quanto de valor de produção, e responde por uma parcela significativa das exportações do agronegócio. Essa expansão foi favorecida por fatores como políticas públicas, avanços tecnológicos e adaptação de cultivares às condições tropicais, além de uma demanda crescente no mercado internacional, especialmente por parte da China (Hirakuri *et al.*, 2014; CONAB, 2021).

Nos últimos anos, o Brasil se consolidou como o maior produtor mundial de soja, com mais de 154 milhões de toneladas colhidas na safra de 2022/2023 (CONAB, 2023a). A

cultura está presente em todas as regiões, mas é particularmente expressiva no Centro-Oeste, Sudeste e Sul. Os estados do Paraná e do Rio Grande do Sul, neste contexto, ocupam posição de destaque não apenas pelo volume produzido, mas também pela presença significativa de agricultores familiares que cultivam a oleaginosa (IBGE, 2017; Liszbinski; Brizolla; Patias, 2021).

O Paraná se mantém entre os estados com maior produtividade de soja, beneficiado por redes técnicas e institucionais consolidadas, e se tornando o segundo maior produtor de soja do país, com uma produção de mais de 21 milhões de toneladas em 2022. Já o Rio Grande do Sul apresentou uma produção de cerca de 13 milhões de toneladas nesse mesmo período (CONAB, 2023a).

Segundo o último Censo Agropecuário de 2017, o Rio Grande do Sul registrou o maior número de estabelecimentos familiares produtores de soja do país, com mais de 95 mil, seguido do Paraná com mais de 84 mil (IBGE, 2017). Em muitas dessas propriedades, a soja ocupa parcela relevante da área cultivada, e constitui a base da renda anual familiar (Liszbinski; Brizolla; Patias, 2021).

Ainda que amplamente difundida, a produção de soja em pequenas propriedades enfrenta limitações econômicas. Bazotti, Paula e Netto (2017) identificaram que, em unidades com menos hectares de produção, a cultura tende a apresentar margens financeiras estreitas ou mesmo negativas, em razão do custo elevado e da baixa escala de produção. A viabilidade econômica, nesses casos, é frequentemente comprometida, embora os produtores permaneçam na atividade. Uma das razões para isso é a facilidade de comercialização e o acesso ao crédito rural via Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), que reduz os custos de entrada e amortiza parte dos riscos da produção.

De acordo com o estudo de Wesz Junior e Bueno (2008), na região das Missões, no Rio Grande do Sul, a soja segue sendo cultivada mesmo em situações de baixa rentabilidade. Isso ocorre, em grande parte, por conta do financiamento do Pronaf, responsável por custear a maior parte da produção entre os agricultores familiares. Os dados mostraram que, nessa região, mais de 80% dos contratos de custeio do programa são voltados à cultura da soja, e 63% dos produtores afirmam que não plantariam sem esse apoio financeiro.

O acesso ao Pronaf não apenas viabiliza o cultivo da soja, como também oferece mecanismos de proteção, como o Proagro Mais, seguro agrícola destinado a cobrir perdas em caso de intempéries climáticas. Ainda assim, a dependência do crédito e a baixa escala produtiva mantêm os agricultores vulneráveis a oscilações de mercado e condições adversas, o que

pode levar à recorrência do endividamento e à dificuldade de viabilizar o cultivo sem novas contratações anuais de financiamento (Wesz Junior; Bueno, 2008).

É importante destacar que, apesar de sua abrangência nacional, o Pronaf apresenta uma forte concentração regional. A maior parte dos contratos e do volume de crédito está nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, onde os agricultores familiares dispõem de melhores condições estruturais, maior organização social e acesso a serviços bancários. Em contrapartida, regiões como o Norte e o Nordeste, que concentram parcela significativa da agricultura familiar mais vulnerável, ainda enfrentam limitações no acesso ao programa, como mostra a literatura de Mattei (2014), Bianchini (2015) e Aquino *et al.* (2014). Essa distribuição desigual do crédito revela um dos principais desafios enfrentados pela política pública: ampliar sua efetividade nos territórios com maior carência socioeconômica e produtiva.

Portanto, a permanência da produção de soja nas pequenas propriedades rurais não pode ser interpretada unicamente como um sinal de sucesso produtivo, mas como uma complexa combinação de fatores, como a facilidade de escoamento do produto, a presença institucional, a cultura agrícola regional e a disponibilidade de financiamento. Contudo, quando cultivada em escala muito reduzida, sem assistência técnica qualificada ou estratégias de diversificação, pode limitar as alternativas de renda das famílias e gerar dependência excessiva do crédito.

A agricultura familiar desempenha papel importante na produção de soja, especialmente nos estados da região Sul, onde a presença de cooperativas e a inserção no mercado favorecem sua permanência na atividade. Ainda assim, sua sustentabilidade econômica depende de políticas que, além do crédito, promovam acesso à inovação, capacitação e estabilidade comercial. Portanto, avaliar os impactos de acesso ao Pronaf nesse contexto é essencial para compreender quais as medidas ele tem contribuído de fato para o fortalecimento da produção familiar de soja e quais limitações ainda precisam ser ajustadas.

3.3 Metodologia

Esta seção apresenta a estratégia metodológica empregada para avaliar os impactos do Pronaf sobre a produção de soja no Paraná e no Rio Grande do Sul. São detalhadas a fonte de dados, as variáveis utilizadas e a justificativa para o recorte temporal analisado. Em seguida, descreve-se o método estatístico aplicado, ressaltando sua adequação para mensurar os efeitos do crédito rural sobre a produção agrícola.

3.3.1 Estratégia empírica

Este estudo tem como objetivo estimar os efeitos da cobertura do crédito do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) sobre a produção de soja nos municípios dos estados do Paraná e do Rio Grande do Sul, com base nos dados do ano de 2022. A estratégia empírica adotada considera que os municípios estão expostos a diferentes níveis de intensidade de acesso ao crédito rural via Pronaf, representados por uma variável de tratamento contínua, a taxa de cobertura do Pronaf.

Essa variável é construída como a razão entre o número de produtores que acessaram o Pronaf e o total de estabelecimentos produtores de soja em cada município. Por se tratar de uma variável contínua e proporcional, que varia entre zero e um, optou-se por uma abordagem não paramétrica, baseada no *Generalized Propensity Score* (GPS), conforme proposta por Hirano e Imbens (2004) e operacionalizada por Guardabascio e Ventura (2014), para estimar os efeitos causais do tratamento contínuo sobre a variável de resultado, que é a quantidade produzida de soja nos municípios analisados. Quanto mais próximo da unidade, maior será a cobertura de estabelecimentos agropecuários de agricultura familiar dentro do município que acessaram o crédito do Pronaf. Dessa forma, é possível que o efeito do tratamento possa variar dependendo do nível de tratamento.

O método GPS permite estimar a função dose-resposta entre diferentes níveis de acesso ao crédito e a variável de interesse, controlando por características observáveis que possam influenciar simultaneamente o acesso ao crédito e a produção agrícola. Essa abordagem é especialmente útil para tratar a possível não linearidade do efeito do tratamento e evitar vieses decorrentes da omissão de covariáveis observadas.

A metodologia do *Generalized Propensity Score* (GPS) é composta por três etapas principais:

- a) Estimação do *Generalized Propensity Score* (GPS):

Na primeira etapa, estima-se o escore de propensão generalizado R , utilizando um modelo de regressão da variável de tratamento contínua sobre um vetor de covariáveis X . Segundo Guardabascio e Ventura (2014), como a variável de tratamento T $[0,1]$ é uma fração, é aplicada a função Bernoulli Quasi-Maximum Likelihood (QML) com especificação logit. A função de verossimilhança maximizada é dada por:

$$l_i(\beta) \equiv T_i \log \log \{F(\beta' X_i)\} + (1 - T_i) \log \log \{1 - F(\beta' X_i)\} \quad (2)$$

onde $F(\cdot)$ é a função logística cumulativa, x_i representa o vetor de covariáveis para o município i , e t é o nível observado de tratamento.

O escore de propensão generalizado para cada unidade é obtido pela expectativa condicional:

$$\hat{R}_i = E[T_i | X_i] = F[\hat{\beta}' X_i] \quad (3)$$

Essa etapa inclui também os testes de balanceamento das covariáveis entre os diferentes níveis de tratamento, conforme descrito por Guardabascio e Ventura (2014)⁴.

b) Estimação da função dose-resposta condicional:

Na segunda etapa, estima-se a esperança condicional da variável de resultado, Y_i , no caso, a quantidade produzida de soja, como uma função flexível do nível de tratamento, T_i , e do escore estimado, \hat{R}_i , por meio de uma aproximação polinomial de segunda ordem:

$$\varphi\{E(Y_i | T_i, R_i)\} = \alpha_0 + \alpha_1 T_i + \alpha_2 T_i^2 + \alpha_3 R_i + \alpha_4 R_i^2 + \alpha_5 T_i R_i \quad (4)$$

onde $\varphi(\cdot)$ é a função identidade, assumindo linearidade entre os parâmetros e a expectativa condicional.

c) Estimação da função dose-resposta média:

Por fim, a função dose-resposta média é calculada pela média da função de regressão estimada para diferentes níveis de tratamento:

$$E[\hat{Y}_i(t)] = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N [\hat{\alpha}_0 + \hat{\alpha}_1 T_i + \hat{\alpha}_2 T_i^2 + \hat{\alpha}_3 \hat{R}_i + \hat{\alpha}_4 \hat{R}_i^2 + \hat{\alpha}_5 T_i \hat{R}_i] \quad (5)$$

⁴ O teste de balanceamento das covariáveis foi conduzido conforme a metodologia descrita por Guardabascio e Ventura (2014), que propõe um procedimento em cinco etapas. Nesta análise, a variável de tratamento foi dividida em quatro faixas de intensidade ($k = 4$), e os valores estimados do escore de propensão foram segmentados em cinco intervalos ($nq = 5$) dentro de cada grupo, a fim de verificar a homogeneidade das covariáveis entre os estratos definidos.

onde N representa o número de observações (municípios), os parâmetros $\hat{\alpha}$ são obtidos na segunda etapa e \hat{R} é o valor previsto da densidade condicional do tratamento aos diferentes níveis de tratamento.

Com base nessa estratégia empírica, estimou-se a função dose-resposta associada a diferentes níveis de cobertura do acesso ao crédito rural via Pronaf, a fim de avaliar seus efeitos sobre a quantidade produzida de soja nos municípios do Paraná e do Rio Grande do Sul no ano de 2022.

3.3.2 Fonte de dados

As informações utilizadas neste estudo são provenientes de bases de dados públicas com recorte em nível municipal. O período de análise é o ano de 2022, escolhido por representar o último ano com informações consolidadas sobre o acesso ao crédito via Pronaf, bem como dados sobre produção agrícola e variáveis climáticas. As variáveis utilizadas referem-se, exclusivamente, ao universo da agricultura familiar que tiveram acesso ao Pronaf em 2022, com base nos critérios estabelecidos pela Lei nº 11.326/2006 e nas classificações adotadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário e Agricultura Familiar (MDA).

A variável de tratamento, taxa de cobertura do Pronaf, foi construída como a razão entre o número de produtores que acessaram o Pronaf em 2022 e o número total de estabelecimentos produtores de soja no município. As informações sobre os estabelecimentos produtores de soja foram extraídas do Censo Agropecuário 2017, enquanto os dados sobre o acesso ao Pronaf foram obtidos por meio do MDA. A construção dessa variável permitiu representar a intensidade do acesso ao crédito rural nos municípios analisados, de forma contínua e proporcional, com valores entre zero e um.

A variável dependente do estudo é a quantidade produzida de soja (em toneladas), obtida por meio da Pesquisa Agrícola Municipal (PAM), disponível no Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA). Essa variável representa o desfecho econômico principal sobre o qual se estima o efeito da variável de tratamento.

O vetor de covariáveis observáveis X , utilizado para o cálculo do escore de propensão generalizado, contempla informações produtivas e climáticas dos municípios. As variáveis utilizadas foram a área colhida de soja, obtida por meio da Pesquisa Agrícola Municipal (PAM), disponível no Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA), a

temperatura e a precipitação pluviométrica retiradas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e o número total de agricultores familiares regulamentados para adquirir o Pronaf, representados pela Declaração de Aptidão ao Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (DAP), obtida através do MDA.

Todas essas variáveis foram ponderadas em relação ao total de estabelecimentos dos municípios, adotando a metodologia empregada por trabalhos como os de Helfand, Magalhães, Rada (2015) e Sobreira *et al.* (2024), que tratam os municípios como unidades produtivas representativas com base em médias municipais. Esse procedimento busca garantir comparabilidade entre os municípios e mitigar distorções associadas à heterogeneidade das unidades individuais.

Assim, esse conjunto de variáveis permite capturar as principais dimensões estruturais e conjunturais que influenciam tanto o acesso ao crédito do Pronaf quanto os resultados produtivos, garantindo a robustez do modelo de escore de propensão generalizado adotado neste estudo.

3.4 Análise e discussão dos resultados

Nesta seção são apresentados e interpretados os resultados da pesquisa. Primeiramente, são apresentadas as estatísticas descritivas que caracterizam os municípios analisados. Em seguida, são discutidos os efeitos estimados do crédito do Pronaf sobre a produção de soja, relacionando-os à literatura prévia e às particularidades regionais do Paraná e do Rio Grande do Sul.

3.4.1 Estatísticas descritivas

Antes de avaliar as funções dose-resposta do acesso ao Pronaf sobre a produção da soja, é importante entender o cenário em que esses agricultores familiares estão inseridos. E, ao avaliar os dados das estatísticas descritivas, na Tabela 5, dos 321 municípios do Paraná e dos 364 municípios do Rio Grande do Sul que acessaram o Pronaf em 2022, percebe-se algumas diferenças significativas, tanto no perfil produtivo quanto nas condições estruturais de cada região.

Ao analisar a produção média de soja, o Paraná se destaca, com cerca de 40 mil toneladas por município, enquanto o Rio Grande do Sul apresenta uma média um pouco maior que 25 mil toneladas, o que pode confirmar a presença de municípios altamente produtivos

e outros com desempenho muito mais modesto. O Paraná também apresentou maior área colhida, com uma média de 17.175 hectares por município, enquanto o Rio Grande do Sul ficou em torno de 16.799 hectares. Logo, esses resultados mostraram que a escala produtiva é muito variável entre os municípios.

Com relação a estrutura, um dado que chamou atenção foi o número médio de Declarações de Aptidão ao Pronaf (DAP) ativas. No Paraná, a média ficou em torno de 41 por município. Já no Rio Grande do Sul, esse número mais do que dobra, chegando a 104. Isso pode indicar uma presença mais forte da agricultura familiar no estado gaúcho, pelo menos no que diz respeito à formalização e à vinculação ao Pronaf. Mas, ao cruzar esses dados com a produção e a área colhida, percebe-se que uma maior formalização nem sempre significa maior escala produtiva.

Do ponto de vista climático, os resultados mostraram que as condições variam, como já era esperado. O Paraná apresentou temperatura média anual de 21,2 °C, enquanto o Rio Grande do Sul foi ligeiramente mais frio, com média de 19,9 °C. Em relação às chuvas, a situação se inverte, com 1.712 mm no Rio Grande do Sul contra 1.467 mm no Paraná. Apesar dessas diferenças parecerem pequenas, podem impactar significativamente a produtividade da soja, especialmente em regiões com menor infraestrutura de irrigação.

Diante desse contexto, os resultados mostraram que os dois estados possuem perfis distintos. O Paraná se destacou pela sua escala produtiva e pelos resultados médios mais robustos. Enquanto o Rio Grande do Sul apresentou maior densidade de agricultores familiares formalizados, mas com a produção média inferior. Esses contrastes reforçam a importância de analisar os efeitos do crédito do Pronaf com atenção às especificidades regionais.

Tabela 5 – Estatísticas descritivas

(continua)

Estatística descritiva - Paraná				
Variável	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Quantidade produzida (ton.)	40.688,5	49.199,4	255	379.780
Área colhida (ha)	17.175,3	14.931,6	360	100.700
Precipitação (mm)	1.467	234	1.000	1.829
Temperatura (°C)	21,2	2,1	16,4	25,3
DAP ativas	41	45	0	372
Estatística descritiva - Rio Grande do Sul				
Variável	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Quantidade produzida (ton.)	25.307,7	34.592,9	80	255.850
Área colhida (ha)	16.799,5	22.473,5	50	150.500

(conclusão)

Estatística descritiva - Rio Grande do Sul				
Variável	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Precipitação (mm)	1.712	202	1.192	2.091
Temperatura (°C)	19,9	1,2	16,4	22,3
DAP ativas	104	114	4	1.592

Fonte: Elaborada pela autora.

Na subseção seguinte, discute-se as estimativas dos efeitos estimados do acesso ao Pronaf sobre a produção de soja nos municípios do Paraná e do Rio Grande do Sul, com base na aplicação do método de *Generalized Propensity Score* (GPS).

3.4.2 Estimação da função dose-resposta

A variável de tratamento corresponde à taxa de cobertura do Pronaf, mensurada como o percentual de produtores de soja com acesso ao crédito do programa em 2022. Por se tratar de uma variável contínua, adota-se uma abordagem que permite estimar os efeitos do tratamento ao longo de diferentes níveis de intensidade, conforme sugerido por Hirano e Imbens (2004) e operacionalizado por Guardabascio e Ventura (2014).

A estimação do escore de propensão generalizado foi conduzida por meio de um modelo linear generalizado com função de ligação logit e distribuição binomial. Esse modelo permite estimar, para cada município, a probabilidade condicional de observar determinado nível de tratamento, dadas as características observáveis, como área colhida, número de DAPs ativas, temperatura e precipitação pluviométrica.

Os resultados do modelo indicaram um ajuste estatístico significativo nos dois estados. No Paraná, o valor da deviance/df foi de 0,2338, e o AIC ficou em torno de 1,02. E no Rio Grande do Sul, os índices foram ligeiramente melhores, resultando em 0,1643 para o deviance/df e 0,96 para o AIC. Esses resultados recomendam que os escores foram bem avaliados, possibilitando sua aplicação para estimar os efeitos causais com maior confiabilidade.

Com relação as distribuições do *Generalized Propensity Score* (GPS), ambos os estados mostraram assimetrias positivas. No Paraná, os valores variaram de 0,3569 a 0,7762, com média de 0,4937 e assimetria de 0,90. E no Rio Grande do Sul, os escores se concentraram entre 0,2431 e 0,9866, com média de 0,4689 e assimetria de 1,18. Essas variações são essenciais para captar os efeitos marginais do crédito ao longo dos diferentes níveis de cobertura, oferecendo uma base robusta para a análise da função dose-resposta.

A qualidade da estimação do Generalized Propensity Score (GPS) foi avaliada com base nos testes de balanceamento das covariáveis. Tanto no Paraná quanto no Rio Grande do Sul, a variável de tratamento (taxa de cobertura do Pronaf) foi dividida em 4 grupos ($k = 4$) e os valores do escore de propensão, em 5 subgrupos ($nq = 5$).

Nos dois estados, os testes de diferença de médias condicionais indicaram que a propriedade de balanceamento das covariáveis foi satisfeita ao nível de significância de 1%, conforme o critério de Guardabascio e Ventura (2014). Embora algumas variáveis tenham apresentado diferenças marginais em determinados grupos, as evidências gerais apontam que o GPS foi eficiente em aproximar os grupos de comparação, permitindo a estimação do efeito causal médio do tratamento.

As funções dose-resposta estimadas para ambos os estados apresentaram um comportamento em formato de U invertido. A produção de soja cresce à medida que a taxa de cobertura do Pronaf aumenta, até atingir um pico em torno de 0,4 a 0,5 de cobertura. A partir desse fato, os efeitos começam a diminuir. Esse padrão indica que o crédito exerce um impacto mais forte quando alcança um patamar intermediário de cobertura, possivelmente relacionado a uma combinação ideal entre acesso ao financiamento e capacidade de resposta produtiva. Acima desse ponto, os retornos adicionais parecem ser reduzidos, o que pode sinalizar saturação ou ineficiências no uso do crédito em níveis muito elevados (Figura 3).

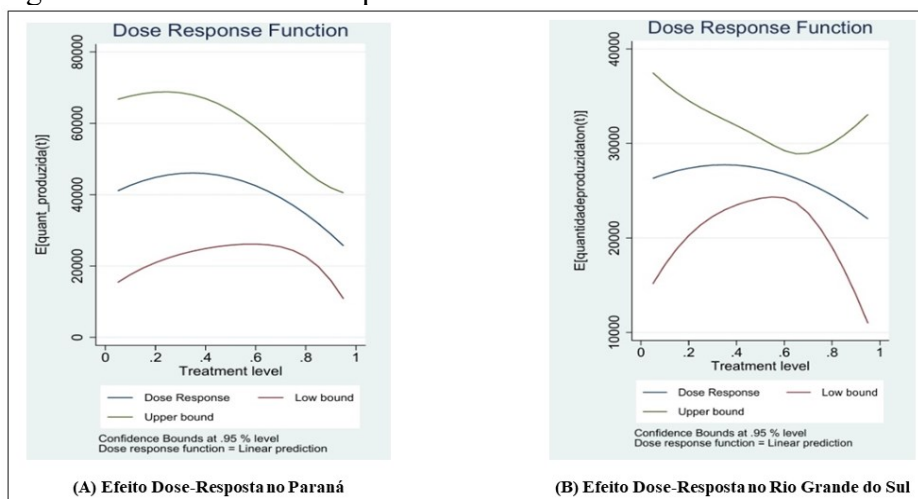
Esses resultados corroboram com as evidências de trabalhos mais recentes sobre o tema, como os de Araújo e Vieira Filho (2018), Machado *et al.* (2022), Cruz (2023) e Alves *et al.* (2025), que constataram que o Pronaf precisa ser ajustado devido às suas limitações e promover uma assistência técnica mais ampla aos agricultores que acessam o crédito, para que o programa tenha uma eficiência maior no país.

Além disso, a distribuição da variável de tratamento reforça essa interpretação. No Paraná, a taxa de cobertura apresentou média de 0,4937, desvio-padrão de 0,2358, assimetria levemente negativa (-0,1469) e curtose de 2,23. Enquanto no Rio Grande do Sul, a média foi de 0,4689, com desvio-padrão de 0,2236, assimetria de 0,2022 e curtose de 2,47. Esses valores sugerem que a maioria dos municípios possui uma propensão moderada ao acesso ao Pronaf, com variações que permitem observar efeitos ao longo de toda a distribuição.

A modelagem do *Generalized Propensity Score* (GPS) foi conduzida por uma regressão logística, estrutura adequada para variáveis binárias e integrada ao modelo linear generalizado. Indicadores como a deviance, AIC e BIC apresentaram valores satisfatórios, reforçando a adequação do modelo preditivo. Entre os principais fatores associados ao acesso do Pronaf, o que se destacaram foram a área colhida, o número de DAPs ativas e a precipita-

ção pluviométrica. Esses elementos ajudam a explicar por que alguns municípios acessam mais recursos do programa do que outros. Por outro lado, a variável temperatura apresentou associação negativa, sugerindo que as condições climáticas específicas podem limitar o alcance do crédito rural, seja por fatores produtivos ou estruturais.

Figura 3 – Efeitos Dose-Resposta no Paraná e Rio Grande do Sul



Fonte: Elaborada pela autora.

A análise dos efeitos dose-resposta mostrou que o aumento da taxa de cobertura do Pronaf está associado a maiores níveis de produção de soja nos municípios do Paraná e do Rio Grande do Sul. Os efeitos são mais intensos nos níveis intermediários de cobertura, estabilizando-se nos níveis mais altos. Isso indica que, à medida que o crédito atinge um maior número de agricultores, há um impulso significativo na produção, embora os ganhos marginais diminuam após um certo ponto.

Logo, os resultados obtidos nesta análise reforçam a hipótese de que o acesso ao crédito rural via Pronaf pode desempenhar um papel relevante na intensificação da produção agrícola, especialmente entre os produtores de soja dos estados do Paraná e do Rio Grande do Sul. O formato em U invertido observado nas funções dose-resposta sugere que há um ponto ótimo de cobertura do crédito, no qual os efeitos positivos sobre a produção são mais intensos. A partir desse ponto, os retornos marginais começam a se reduzir, o que pode indicar algumas limitações estruturais ou desafios no uso eficiente dos recursos.

Nesse contexto, ainda que existam diferenças entre os estados, a coerência nos padrões reforça a importância de políticas que não apenas ampliem o acesso ao crédito, mas que também ofereçam suporte técnico e estratégico para que esse crédito seja transformado em produtividade real. Tais evidências apontam para a necessidade de um olhar mais atento

sobre a qualidade do uso do Pronaf, especialmente em contextos onde o acesso já é elevado, mas os ganhos produtivos começam a desacelerar.

Esses resultados são consistentes com os achados encontrados no estudo de Barros *et al.* (2024), que analisaram os municípios do Nordeste brasileiro, utilizando o método *Generalized Propensity Score* (GPS), e identificaram que o aumento na cobertura do crédito rural pode gerar efeitos positivos e significativos sobre variáveis produtivas da agricultura familiar.

Portanto, esses resultados indicam que ampliar o alcance do Pronaf pode gerar ganhos concretos na produção agrícola familiar, mesmo em regiões com alto nível de tecnificação. A expansão da cobertura do programa, aliada a estratégias de apoio complementar, pode tornar a política mais eficaz para a inclusão produtiva de agricultores familiares em cadeias de produção como a da soja.

3.5 Considerações finais

Os resultados apresentados neste estudo reforçam a relevância do crédito rural como ferramenta de estímulo à produção agrícola, especialmente no contexto da agricultura familiar. Ao analisar os impactos do acesso ao Pronaf sobre a quantidade produzida de soja nos municípios do Paraná e do Rio Grande do Sul, foi possível observar uma relação significativa entre o nível de cobertura do crédito e os resultados produtivos, ainda que essa relação não se mostre linear.

As funções dose-resposta indicaram um comportamento em formato de U invertido, com o impacto do Pronaf sobre a produção de soja crescendo à medida que o acesso ao crédito aumenta, até atingir um patamar intermediário. A partir desse ponto, os efeitos positivos começam a se reduzir. Isso sugere que há um ponto ótimo de cobertura, no qual os recursos são utilizados com maior eficiência e a resposta produtiva é mais intensa. Acima desse nível, os retornos tendem a diminuir, possivelmente devido às limitações na gestão produtiva, à saturação da capacidade de uso do crédito ou à ausência de suporte técnico proporcional ao volume financiado.

Esses resultados reforçam que não basta ampliar o acesso ao crédito, mas também é necessário qualificar sua aplicação e articular o Pronaf com outras políticas públicas, como assistência técnica continuada, extensão rural, acesso a mercados e investimentos em infraestrutura. O crédito, quando isolado, tem efeito limitado, mas quando bem estruturado e adaptado às condições locais, pode se tornar um catalisador importante do desenvolvimento rural.

Ademais, as diferenças regionais obtidas nesta análise também foram cruciais para avaliar os efeitos do acesso ao Pronaf. Os resultados demonstraram que o Paraná se sobressaiu em termos de escala produtiva, enquanto o Rio Grande do Sul apresentou maior densidade de agricultores familiares formalizados. Esses contrastes reforçam a importância de políticas públicas direcionadas para realidade de cada região, que possam reconhecer e respeitar suas especificidades produtivas, estruturais e sociais.

Apesar das contribuições do presente estudo, algumas limitações devem ser reconhecidas. A análise foi conduzida com base em dados agregados em nível municipal, o que, embora seja útil para captar padrões regionais, pode ocultar dinâmicas importantes que ocorrem no nível dos estabelecimentos individuais. Além disso, o modelo não considerou aspectos qualitativos do crédito, como o tipo de linha contratada, o valor efetivamente acessado por produtor, ou a presença de assistência técnica, fatores que podem influenciar fortemente os resultados. Outra limitação está na ausência de controle para choques conjunturais específicos do ano de 2022, como eventos climáticos extremos, que podem ter impactado a produção de soja em alguns municípios.

Diante dessas limitações, estudos futuros podem avançar na compreensão dessa temática ao adotarem microdados em nível de estabelecimento ou produtor, permitindo análises mais refinadas. Também seria pertinente investigar a interação entre acesso ao crédito e outros fatores, como tecnologia empregada, tipo de assistência técnica recebida e formas de comercialização. Avaliações de impacto em diferentes culturas e regiões menos assistidas, como o Norte e o Nordeste, também podem contribuir para uma visão mais abrangente e equitativa sobre o alcance do Pronaf.

Em síntese, este estudo oferece evidências empíricas de que o Pronaf pode impulsionar a produção de soja na agricultura familiar, mas que seus efeitos dependem do contexto, estrutura local e, sobretudo, de uma gestão integrada das políticas públicas, e que o acesso ao programa resulta em um desafio diante desse cenário.

4 IMPACTOS DA COBERTURA DO PRONAF SOBRE A PRODUÇÃO DE MILHO NO PARANÁ E NO RIO GRANDE DO SUL

4.1 Introdução

A agricultura familiar ocupa um papel essencial na dinâmica econômica e social do Brasil. Segundo os dados da *Food and Agriculture Organization* - FAO (2021), cerca de 3,9 milhões de estabelecimentos rurais são classificados como familiares, conforme o critério da Lei nº 11.326/2006. Além disso, esse segmento é responsável pela produção de aproximadamente 80% dos alimentos consumidos no mundo, e também é vital para segurança alimentar do país, produzindo boa parte dos alimentos dos brasileiros (Delgado; Bergamasco, 2017; FAO, 2021).

Apesar de toda essa relevância, os agricultores familiares ainda enfrentam uma realidade marcada por desigualdades. Enquanto o agronegócio conta com uma infraestrutura robusta, tecnologia de ponta e canais consolidados de comercialização, grande parte dos agricultores familiares lidam com dificuldades históricas de acesso ao crédito, à assistência técnica e aos mercados consumidores. Essas barreiras limitam o potencial produtivo desses agricultores e aprofundam distâncias entre quem produz em larga escala e quem vive desse segmento agrícola (Grisa; Schneider, 2015; Delgado; Bergamasco, 2017).

Para enfrentar esse cenário, o Brasil desenvolveu políticas públicas voltadas à democratização do acesso aos recursos produtivos, sendo o crédito rural uma das principais ferramentas de intervenção. Uma das políticas mais relevantes é o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), criado em 1996. O programa tem sido um dos principais meios de crédito rural para milhares de agricultores familiares em todo o país. O objetivo principal do Pronaf é fornecer linhas de crédito rural acessíveis e adaptadas ao perfil desses agricultores. Desse modo, o Pronaf viabiliza o custeio da produção, a aquisição de equipamentos e investimentos em estruturas, ampliando as possibilidades de renda, produtividade e permanência das famílias no meio rural (Mattei, 2006; Grisa; Schneider, 2014).

Apesar dos avanços proporcionados por essas políticas agrícolas formuladas pelo Estado, ainda se observa uma desigualdade significativa entre os pequenos agricultores e os grandes produtores rurais. Mesmo as iniciativas originalmente criadas para apoiar agricultores historicamente marginalizados, com o propósito de ampliar o acesso a recursos e promover maior equidade no campo, nem sempre alcançam seus objetivos de forma plena. Estudos como os de Aquino e Schneider (2015), Fossá, Matte e Mattei (2022) e Machado *et al.* (2022)

apontam que o acesso ao crédito rural tende a se concentrar em regiões mais desenvolvidas e tecnificadas, como o Sul do Brasil. No que concerne as áreas historicamente mais vulneráveis, como o Norte e o Nordeste, os impactos dessas políticas são mais limitados, revelando desafios na sua efetiva capitalização territorial.

Neste contexto, embora diversas avaliações apontem impactos positivos do Pronaf sobre indicadores como renda, produtividade e permanência no campo, os efeitos do programa variam significativamente conforme o nível de acesso ao crédito, a cultura financiada e as condições territoriais de cada região. Essas diferenças se tornam ainda mais relevantes quando se analisa o papel de culturas estratégicas para agricultura familiar, como é o caso do milho (Castro; Resende; Pires, 2014).

Entre essas realidades, a produção do milho desempenha um papel singular no sistema produtivo brasileiro. Além de ser a segunda cultura agrícola mais produzida, atrás apenas da soja, o Brasil é o terceiro maior produtor de milho do mundo, com uma produção de aproximadamente 115,72 milhões de toneladas e uma área plantada de cerca de 21,05 milhões de hectares na safra de 2023/2024 (CONAB, 2024b). O cultivo desse grão se destaca por sua multiplicidade de uso, servindo como base para alimentação humana e animal, insumo para a indústria e componente essencial em sistemas agrícolas diversificados. No contexto da agricultura familiar, o milho é amplamente cultivado por pequenos produtores, sobretudo em sistemas de consórcio e rotação, desempenhando uma função central na segurança alimentar e na sustentabilidade das unidades produtivas (Delgado; Bergamasco, 2017; Pedroso; Brisola; Navarro, 2024).

Na região Sul do país, em especial nos estados do Paraná e do Rio Grande do Sul, o milho é uma cultura essencial para agricultura familiar tanto para produção de proteína animal quanto para o abastecimento de mercados (Grisa; Wesz Junior; Buchweitz, 2014). Segundo dados da CONAB (2024b), o Paraná obteve uma produção de aproximadamente 14,95 milhões de toneladas, sendo o segundo maior produtor de milho do Brasil, atrás apenas do Mato Grosso, e o Rio Grande do Sul obteve cerca de 4,85 milhões de toneladas, ocupando o sexto lugar nesse ranking, na safra de 2023/2024.

Diante desse cenário, ainda existem pouco conhecimento sobre como o acesso ao Pronaf influencia a produção de milho, especialmente em regiões com alto nível de tecnificação agrícola, como o Sul do Brasil. Portanto, investigar essa relação possibilita a compreensão se de fato o crédito rural tem sido um propulsor de inclusão produtiva nesses locais. Além do mais, esse tipo de análise também auxilia na identificação da existência de um ponto de equilíbrio, um nível ótimo de acesso ao crédito, em que os ganhos produtivos são mais evidentes.

Desta maneira, este estudo tem como objetivo avaliar os impactos da cobertura do Pronaf sobre a quantidade produzida de milho nos municípios do Paraná e do Rio Grande do Sul no ano de 2022. Diferentemente de abordagens mais agregadas, este trabalho se destaca por adotar uma análise regionalizada e localizada, voltada especificamente para a realidade municipal desses dois importantes estados produtores. Ao concentrar-se em um recorte espacial mais delimitado, o estudo buscou compreender com maior profundidade como as variações na taxa de cobertura do Pronaf influenciam os resultados produtivos em contextos específicos, marcados por diferentes níveis de estrutura agrícola, acesso a políticas públicas e estratégias produtivas adotadas pelos agricultores familiares.

Outro diferencial relevante da pesquisa é a aplicação do método *Generalized Propensity Score* (GPS), uma técnica estatística robusta e eficiente que permite estimar os efeitos causais contínuos do crédito rural sobre a produção agrícola. O uso desse método possibilita controlar possíveis vieses de seleção e comparar municípios com diferentes intensidades de acesso ao Pronaf, ampliando a confiabilidade e a precisão dos resultados encontrados. Logo, a finalidade disso é analisar os efeitos da taxa de cobertura do Pronaf na cultura do milho e oferecer evidências que possam contribuir para o aprimoramento de políticas públicas mais justas, eficazes e alinhadas à realidade da agricultura familiar brasileira.

Além desta introdução, o estudo está organizado em mais quatro seções. Na segunda seção, apresenta-se a revisão de literatura. Na terceira seção é descrito a metodologia utilizada. Na quarta seção é exposto a análise e discussão dos resultados. Por fim, a quinta seção apresenta as considerações finais do estudo.

4.2 Revisão de Literatura

Esta seção reúne a literatura relevante para o estudo dos impactos do Pronaf sobre a produção de milho no Sul do Brasil. Primeiramente, são apresentados os fundamentos teóricos e institucionais do crédito rural, com ênfase em seu papel no fortalecimento da agricultura familiar. Em seguida, são discutidas as contribuições empíricas que avaliaram os efeitos do programa em diferentes contextos. Por fim, aborda-se a relevância do milho como cultura estratégica para a agricultura familiar brasileira, especialmente no Paraná e no Rio Grande do Sul.

4.2.1 Crédito rural e o fortalecimento da agricultura familiar

Ao longo das últimas décadas, o crédito rural se firmou como um dos pilares das políticas públicas voltadas ao campo no Brasil. Desde a criação do Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR), em 1965, sua principal missão tem sido viabilizar recursos para custear a produção, apoiar investimentos e garantir liquidez nas fases de comercialização. O objetivo sempre foi o desenvolvimento da produtividade e a modernização o setor agropecuário. Contudo, os primeiros anos de implementação mostraram um padrão preocupante, com os maiores volumes de crédito se concentrando nas mãos de produtores com maior capacidade econômica e localizados nas regiões mais desenvolvidas do país. Esse desequilíbrio inicial contribuiu para aprofundar as desigualdades já existentes entre os grandes e pequenos produtores rurais (Sousa *et al.*, 2020).

Com o avanço da década de 1990, a estrutura institucional do crédito rural também passou por transformações. Houve um movimento de retração da presença direta do Estado no financiamento da agricultura, abrindo espaço para maior participação da iniciativa privada, mas essa abertura não foi neutra. Os agricultores familiares, que já enfrentavam dificuldades históricas de acesso, viram suas barreiras aumentarem, especialmente nas regiões com menor cobertura institucional. Foi nesse contexto de exclusão que se fortaleceu a demanda por uma política pública específica, capaz de dar protagonismo aos pequenos produtores e reconhecê-los como parte essencial do sistema agroalimentar brasileiro (Schneider; Cazella; Mattei, 2004; Ramos; Martha Junior, 2010; Belik, 2015).

Em 1996 ocorre a criação do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), se caracterizando como uma resposta concreta a essa necessidade. Mais do que uma política de crédito, o Pronaf surge como um marco institucional na valorização da agricultura familiar, reconhecendo suas especificidades, sua relevância econômica e seu papel na segurança alimentar. A proposta foi impulsionada por estudos da *Food and Agriculture Organization* (FAO) e do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra), que demonstraram a importância estratégica desse segmento na produção de alimentos, no uso sustentável da terra e na ocupação do território. O programa estruturou-se em linhas de crédito que consideram não apenas a atividade econômica, mas também a renda familiar, o grau de inserção no mercado e o estágio de consolidação produtiva (Schneider; Cazella; Mattei, 2004; Belik, 2015; Delgado; Bergamasco, 2017).

Com o passar dos anos, o Pronaf passou a operar com diferentes categorias de beneficiários, como os grupos A, B, C, D e V, definidos pelo Banco Central com base em critérios de renda anual e perfil produtivo. Essa segmentação buscou dar mais precisão na alocação dos recursos, assegurando que os agricultores mais vulneráveis recebessem o apoio neces-

sário. Os grupos foram sendo ajustados ao longo dos ciclos do Plano Safra, acompanhando as mudanças na estrutura produtiva e na política agrícola nacional (Schneider; Cazella; Mattei, 2004; Guanziroli, 2007).

Na atualidade a agricultura familiar representa uma parcela essencial do Brasil rural. De acordo com o IBGE, mais de 76% dos estabelecimentos agropecuários brasileiros são classificados como familiares, respondendo por boa parte da produção de alimentos básicos (IBGE, 2017). No entanto, esse universo é marcado por grandes contrastes. Regiões como o Sul e o Sudeste concentram os agricultores mais organizados, com maior acesso a crédito, tecnologia e cooperativas. Enquanto o Norte e o Nordeste reúnem produtores com menor escolaridade, infraestrutura precária e maiores limitações de acesso às políticas públicas (Souza *et al.*, 2013; Buainain *et al.*, 2014; Mattei, 2014; Bianchini, 2015).

Entretanto, mesmo após quase três décadas de existência, a distribuição do Pronaf continua longe de ser homogênea. Embora a política tenha alcançado avanços importantes em termos de cobertura e volume de recursos, com milhões de contratos firmados e bilhões de reais aplicados em custeio e investimento, a maior parte dos recursos ainda se concentra nos estados do Sul, onde a agricultura familiar já apresenta maior estruturação e articulação institucional (Grisa; Wesz Junior; Buchweitz, 2014; Aquino; Schneider, 2015). Com base nessas observações é evidente a existência de um paradoxo, pois o Pronaf foi criado justamente para reduzir as desigualdades no campo, mas continua enfrentando limitações para alcançar de forma equitativa o público mais fragilizado.

Diante desse contexto, essa constatação não compromete a relevância do programa, mas reforça a urgência de aprimoramentos que levem em conta as especificidades territoriais e sociais da agricultura familiar brasileira. Compreender onde o Pronaf tem sido efetivo, onde encontra obstáculos e por que determinadas regiões ainda enfrentam dificuldades de acesso é um passo fundamental para tornar essa política pública mais justa, eficaz e transformadora.

4.2.2 Efeitos do crédito rural sobre a produção agrícola: contribuições empíricas

O crédito rural tem sido um dos principais motores da transformação no campo brasileiro. Ao viabilizar o acesso a recursos para investir em insumos, maquinário e novas tecnologias, ele abre caminhos para que a produção agrícola ganhe fôlego, eficiência e alcance. Em termos práticos, trata-se de um instrumento que tem permitido aos produtores ampliar

suas possibilidades produtivas e modernizar suas atividades, fortalecendo, assim, o setor como um todo (Costa; Vieira Filho, 2018).

Mas os efeitos do crédito não se resumem a um impulso direto. A literatura mostra que seu impacto pode variar conforme o tipo de recurso concedido, o perfil dos beneficiários e o contexto local. Estudos empíricos que utilizam técnicas avançadas de análise, como dados em painel e modelos econométricos, indicam que o crédito rural tende a melhorar os indicadores de produção, mas esses efeitos nem sempre seguem uma trajetória linear. Isso reforça a importância de políticas de crédito mais bem direcionadas, que considerem a realidade do produtor e as particularidades regionais (Araújo; Vieira Filho, 2018; Costa; Vieira Filho, 2018).

No universo da agricultura familiar, o crédito ganha uma dimensão ainda mais estratégica. Ele não só impulsiona a produção como também ajuda a manter as famílias no campo, estimula a economia local e fortalece os laços comunitários. Estudos demonstram que o Pronaf, nesse contexto, tem sido um pilar importante para garantir renda, gerar oportunidades e promover a inclusão produtiva em áreas historicamente marcadas por fragilidades econômicas e sociais (Antunes *et al.*, 2013; Sousa; Sousa Alves, 2018; Loose *et al.*, 2019).

Diante da diversidade metodológica e dos diferentes contextos analisados pelos estudos existentes, torna-se pertinente a sistematização dessas evidências empíricas. Para isso, o Quadro 3, apresenta um quadro-resumo que consolida alguns dos trabalhos aplicados à análise dos efeitos do Pronaf sobre a produção agrícola brasileira. Essa síntese tem por objetivo facilitar a visualização comparativa dos resultados, bem como oferecer subsídios teóricos e metodológicos que possam orientar futuras investigações e o aprimoramento das políticas públicas voltadas ao fortalecimento da agricultura familiar.

Quadro 3 – Resumo dos estudos empíricos sobre o Pronaf na agricultura brasileira

(continua)

Referência	Região analisada	Período analisado	Caracterização do estudo	Metodologia adotada	Principais resultados
Guanziroli (2007)	Abrangência nacional.	1996 a 2005	Este estudo avaliou a eficácia do Pronaf na geração de renda e na melhoria das condições de vida dos agricultores familiares, comparando as liberações de crédito com os custos do Tesouro e examinando a segmentação do programa entre diferentes faixas de renda e regiões no Brasil.	Análise comparativa para avaliar as taxas de liberação de créditos e resumiram 13 avaliações de várias instituições acadêmicas e autores, fornecendo uma compreensão abrangente do impacto do programa.	O Sul mantém parcela significativa de recursos apesar da redução de contratos, enquanto o Nordeste viu sua participação diminuir. E destaca que os agricultores familiares que diversificam seus sistemas produtivos são mais integrados ao mercado.
Aquino e Schneider (2011)	Várias regiões do Brasil.	1996 a 2008	Este estudo avaliou criticamente os resultados socioeconômicos da política de crédito do Pronaf, destacando seu papel como uma ferramenta crucial de financiamento público para os agricultores familiares brasileiros.	A análise foi baseada em revisão bibliográfica da produção acadêmica sobre o tema, utilizando dados empíricos do Ministério do Desenvolvimento Agrário e de outros órgãos governamentais.	A aplicação do Pronaf tende a ser concentrada e setorial, favorecendo menos as regiões mais pobres, onde não impulsionou a diversificação econômica nem a adoção tecnológica. Ajustes na política são necessários para ampliar sua eficácia e equidade no apoio à agricultura familiar.

(continua)

Referência	Região analisada	Período analisado	Caracterização do estudo	Metodologia adotada	Principais resultados
Ebina e Massuquetti (2012)	Sul do Brasil.	1999 a 2009	Esta pesquisa é caracterizada como um estudo analítico que visou avaliar a evolução do programa Pronaf na região Sul, particularmente no Rio Grande do Sul, e buscou entender como o programa influenciou o financiamento agrícola e a distribuição de recursos entre os agricultores.	O estudo utilizou pesquisa bibliográfica, utilizando dados do governo federal como informações do Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA), Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), Banco do Brasil (BB) e dados estatísticos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para análise histórico-descritiva.	O Sul, especialmente o Rio Grande do Sul, concentrou a maior parte dos recursos do Pronaf, embora o Nordeste tenha ampliado sua participação ao longo da década. O financiamento focou nos custos operacionais de culturas como milho e soja. Apesar de eficaz no apoio aos produtores, a distribuição segue desigual entre as regiões, comprometendo a equidade do programa.
Grisa, Wesz Junior e Buchweitz (2014)	Abrangência nacional.	1996 a 2012	O estudo procurou modernizar e ampliar a compreensão do desempenho do Pronaf, com foco nos beneficiários e nas atividades financeiras, abordando a concentração de recursos e contratos entre agricultores familiares mais capitalizados.	O estudo utilizou pesquisa bibliográfica, principalmente do Anuário Estatístico do Crédito Rural do Banco Central do Brasil (1999 a 2012) e dados da Secretaria da Agricultura Familiar (SAF) do Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) de 1996 a 1998, para analisar o impacto do programa ao longo do tempo.	Contratos e recursos do Pronaf concentram-se em agricultores familiares capitalizados, especialmente nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, com foco em commodities como milho, soja e café. Observa-se, porém, diversificação de culturas em outras regiões, voltada à segurança alimentar.

(continua)

Referência	Região analisada	Período analisado	Caracterização do estudo	Metodologia adotada	Principais resultados
Aquino e Schneider (2015)	O foco principal foi o contexto rural brasileiro, especialmente as regiões semiáridas do Nordeste.	1996 a 2014	Este estudo avaliativo analisou a eficácia do Pronaf na promoção do desenvolvimento rural e na melhoria das condições de vida dos agricultores familiares brasileiros, abordando seus avanços, desafios e limitações futuras.	Foi adotada abordagem qualitativa e quantitativa, com revisão bibliográfica e uso de dados empíricos do Ministério da Agricultura (MDA), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) e Banco Central do Brasil (Bacen).	Grande parte dos recursos do Pronaf foi destinada a agricultores mais capitalizados, enquanto os de baixa renda enfrentaram dificuldades de acesso, sobretudo no Nordeste. O programa falhou em promover a diversificação produtiva e em melhorar as condições econômicas dos mais pobres, indicando a necessidade de ajustes para uma distribuição mais equitativa.
Araújo, Alencar e Vieira Filho (2020)	Abrangência nacional.	2014	Esta pesquisa teve como objetivo avaliar os impactos do Pronaf na renda e na produtividade na agricultura familiar brasileira, fornecendo uma compreensão abrangente de como o acesso ao crédito influencia as condições econômicas dos agricultores familiares.	Propensity Score Matching (PSM).	Beneficiários do Pronaf apresentaram aumento de 10,9% na renda e 15,2% na produtividade em relação aos não beneficiários, evidenciando o papel do programa no desenvolvimento rural e no acesso a crédito.

(conclusão)

Referência	Região analisada	Período analisado	Caracterização do estudo	Metodologia adotada	Principais resultados
Machado <i>et al.</i> (2022)	Abrangência nacional.	Dados do Censo Agropecuário de 2017	Objetivou mensurar os efeitos do acesso ao Pronaf no desempenho da agricultura familiar, analisando diferentes modalidades do programa e indicadores de desempenho.	O método Balanceamento da Entropia e o método Mínimos Quadrados Ponderados.	O acesso ao Pronaf traz impactos positivos, sobretudo na modalidade V, mas o Pronaf B pode ter usos inadequados do crédito. A integração com assistência técnica e extensão rural é fundamental para ampliar a eficácia do programa.
Cruz (2023)	Várias regiões do Brasil.	2006 e 2007	Tese de doutorado que contribui para a literatura sobre eficiência agrícola e efeitos da política de crédito, com foco no Pronaf, oferecendo subsídios para decisões públicas sobre expansão e aprimoramento do programa.	Propensity Score Matching (PSM).	O Pronaf melhorou a eficiência técnica da agricultura familiar, embora haja disparidades regionais. Melhor distribuição de recursos e apoio direcionado são essenciais para aumentar autonomia e produtividade dos agricultores.
Alves <i>et al.</i> (2025)	Abrangência nacional.	Censos Agropecuários de 2006 e 2017	Esta examinou o impacto do financiamento agrícola na diversidade da produção e na dinâmica da agricultura familiar no Brasil, com foco nas características regionais e nas intervenções estatais.	Análise descritiva dos dados e análise econômica pelo método dos mínimos quadrados ordinários (MQO).	Regiões com maior acesso ao crédito apresentam maior diversificação agrícola. O financiamento via Pronaf influencia as estratégias produtivas, apontando para a necessidade de soluções de crédito adaptadas às especificidades regionais.

Fonte: Elaborado pela autora.

Os estudos reunidos no Quadro 3 ajudam a analisar os caminhos e os limites do crédito rural na agricultura familiar. Cada trabalho revela que os resultados não são uniformes, mas que mudam conforme o tipo de modalidade de crédito do Pronaf, o perfil dos agricultores e, principalmente, as condições de cada território. Ainda assim, todos demonstram que quando o crédito é fornecido com a orientação adequada e planejado para atender as sensibilidades das realidades locais, ele possui um efeito positivo e promissor sobre a agricultura. Portanto, esses trabalhos apontam que o crédito rural fornece aumentos produtivos e também reforçam a urgência de políticas públicas mais direcionadas para as especificidades de cada região, e que ajudem a construir oportunidades mais equilibradas para quem produz alimento.

4.2.3 A importância do milho na agricultura familiar brasileira

A cultura do milho desempenha um papel estrutural no contexto da agricultura familiar brasileira, sendo cultivada por milhares de estabelecimentos rurais em todo o país. Mais do que um produto agrícola de alto valor econômico, o milho é uma cultura com múltiplas funções sociais, alimentares e agrônômicas, sendo amplamente inserida em sistemas produtivos diversificados, especialmente nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, 2021a).

Na agricultura familiar, o milho apresenta forte integração com atividades pecuárias e com outras culturas alimentares, funcionando como base energética essencial para a alimentação animal e o autoconsumo humano. Conforme destaca a Embrapa (2021a), seu cultivo está frequentemente associado a sistemas produtivos de rotação e consorciação, especialmente no Sul do Brasil, onde o milho é cultivado após a soja ou junto a forrageiras, promovendo o uso racional do solo e a sustentabilidade produtiva. Tais práticas favorecem a melhoria da fertilidade, o controle biológico de pragas e doenças e a recuperação da matéria orgânica, aspectos fundamentais para o equilíbrio ambiental das pequenas propriedades.

Do ponto de vista econômico, a cultura do milho ocupa posição de destaque no cenário agropecuário brasileiro. Segundo o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (United States Department of Agriculture - USDA, 2023), o Brasil foi o terceiro maior produtor mundial de milho na safra 2022/2023, com produção estimada em 132 milhões de toneladas. No que diz respeito às exportações, o país liderou o ranking global, tendo embarcado cerca de 55 milhões de toneladas do grão durante o mesmo período. Essa expressiva participação

no mercado internacional reforça a relevância estratégica da cultura para a balança comercial do país, além de sua importância na segurança alimentar interna.

No âmbito regional, os estados do Paraná e do Rio Grande do Sul desempenham papel relevante na estrutura produtiva do milho. O Paraná ocupou a segunda posição nacional em produção na safra 2022/2023, com cerca de 18,5 milhões de toneladas, ficando atrás apenas do Mato Grosso. Já o Rio Grande do Sul produziu aproximadamente 3,7 milhões de toneladas (CONAB, 2023b). Em ambos os estados, o milho é cultivado majoritariamente por produtores familiares, conforme indica o Censo Agropecuário de 2017, que aponta que aproximadamente 46% da produção nacional do grão provém de estabelecimentos classificados como de base familiar (IBGE, 2017).

Além de sua importância econômica, o milho tem papel fundamental na segurança alimentar das famílias agricultoras. Em muitas unidades produtivas, sobretudo nas regiões Sul e Nordeste, o grão é utilizado para alimentação doméstica ou como ração para criações de subsistência, como aves, suínos e bovinos. O excedente, quando existente, é comercializado em feiras, cooperativas ou por meio de programas públicos de compras institucionais, como o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) e o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), gerando importante fonte complementar de renda (Gazolla; Schneider, 2013).

Do ponto de vista técnico-agronômico, o milho também é reconhecido como uma cultura estratégica para a conservação do solo e para a sustentabilidade dos sistemas de produção. De acordo com estudos da Embrapa, seu cultivo em rotação com leguminosas proporciona maior estabilidade produtiva, reduz a incidência de pragas e doenças, e contribui para a estruturação do solo (EMBRAPA, 2021b). Essas práticas são especialmente valorizadas na agricultura familiar, cuja lógica produtiva busca aliar viabilidade econômica e responsabilidade ambiental.

Apesar dessas virtudes, o cultivo de milho por pequenos produtores brasileiros está sujeito a diversos desafios. A instabilidade nos preços do mercado, a elevação dos custos de produção e a carência de infraestrutura para armazenagem são obstáculos recorrentes. Neste cenário, a volatilidade do preço da saca e a concentração da comercialização em grandes corporações limitam o poder de negociação dos agricultores familiares (Caldarelli; Bacchi, 2012; Delgado; Bergamasco, 2017;).

Nesse contexto, o acesso ao crédito rural tem sido um fator decisivo para a manutenção da atividade. O Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) representa a principal política pública de apoio ao custeio da produção de milho em pequenas propriedades (Gazolla; Schneider, 2013).

Em 2022, a cultura do milho esteve entre as mais financiadas pelo Pronaf, tanto em número de contratos quanto em volume de recursos liberados (BACEN, 2023). No entanto, conforme destacam Gazolla e Schneider (2013), o crédito rural, isoladamente, não resolve os entraves estruturais da produção familiar. É preciso que esteja articulado a políticas de assistência técnica, apoio à comercialização e infraestrutura rural para garantir sua efetividade no longo prazo.

Portanto, a importância do milho na agricultura familiar brasileira transcende os indicadores de produção. Trata-se de uma cultura que sustenta as dinâmicas produtivas locais, garante segurança alimentar e contribui para a estabilidade econômica de milhares de famílias. Seu fortalecimento, contudo, depende de um conjunto articulado de políticas públicas que reconheçam sua complexidade e seu potencial transformador no meio rural.

4.3 Metodologia

O objetivo central deste estudo é estimar o impacto da cobertura do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) sobre a produção de milho nos municípios dos estados do Paraná e do Rio Grande do Sul, no ano de 2022. Para atingir esse objetivo, adota-se o método do *Generalized Propensity Score* (GPS), que se mostra especialmente adequado para cenários em que o tratamento não é binário, mas contínuo, como é o caso do acesso ao crédito rural, que pode ocorrer em diferentes intensidades ao longo do território analisado.

A escolha do método GPS se justifica, sobretudo, pela necessidade de controlar possíveis vieses de seleção associados à heterogeneidade observável entre os municípios. Ao contrário de métodos tradicionais baseados em comparação direta entre grupos tratados e não tratados, o GPS permite estimar uma função dose-resposta contínua, identificando não apenas a presença ou ausência de efeitos do tratamento, mas também a intensidade com que esses efeitos se manifestam em diferentes níveis de cobertura do programa. Essa abordagem oferece uma visão mais refinada e realista da efetividade do Pronaf, respeitando as nuances territoriais da sua implementação.

A variável de tratamento considerada no modelo é a taxa de cobertura do Pronaf por município, que representa a proporção de estabelecimentos agrícolas com Declaração de Aptidão ao Pronaf (DAP) ativa que efetivamente acessaram crédito do programa em 2022, entre os estabelecimentos que cultivaram milho naquele ano. Trata-se, portanto, de uma medida contínua que capta o grau de penetração do Pronaf entre os produtores familiares

envolvidos com essa cultura. Essa construção reflete a intensidade do apoio creditício em relação ao público-alvo da política, permitindo avaliar com mais precisão sua influência sobre os resultados produtivos da cultura do milho.

4.3.1 Estratégia empírica

A estratégia empírica é dividida em três etapas principais, que são a estimação do escore de propensão generalizado (GPS), a modelagem da função dose-resposta condicional e, por fim, o cálculo da função dose-resposta média, conforme detalhado a seguir.

Na etapa inicial, procede-se a estimação do escore de propensão generalizado R , por meio de um modelo de regressão que relaciona a variável de tratamento contínua a um conjunto de covariáveis X . Conforme Guardabascio e Ventura (2014), considerando que a variável de tratamento T assume valores no intervalo $[0,1]$, caracterizando uma fração, adota-se a função Bernoulli Quasi-Maximum Likelihood (QML) com especificação logit. A função de verossimilhança maximizada é expressa da seguinte forma:

$$l_i(\beta) \equiv T_i \log \log \{F(\beta' X_i)\} + (1 - T_i) \log \log \{1 - F(\beta' X_i)\} \quad (6)$$

em que $F(\cdot)$ denota a função logística cumulativa, x_i corresponde ao vetor de covariáveis associadas ao município i , e t_i é o nível observado de tratamento observado para essa unidade.

E o escore de propensão generalizado para cada unidade é capturado pela expectativa condicional:

$$\hat{R}_i = E[T_i | X_i] = F[\hat{\beta}' X_i] \quad (7)$$

Nesta etapa também é incluído os testes de balanceamento das covariáveis entre os diferentes níveis de tratamento, de acordo com Guardabascio e Ventura (2014)⁵.

Na etapa seguinte, é estimado a esperança condicional da variável de resultado, Y_i , no caso, a quantidade produzida de milho, como uma função flexível do grau de tratamento,

⁵ O teste de balanceamento das covariáveis foi elaborado conforme o método de Guardabascio e Ventura (2014), do qual sugere um procedimento em cinco etapas. Nesta avaliação, a variável de tratamento foi dividida em quatro faixas de intensidade ($k = 4$), e os valores estimados do escore de propensão foram segmentados em cinco intervalos ($nq = 5$) dentro de cada grupo, de modo a verificar a homogeneidade das covariáveis entre os estratos definidos.

T_i , e do escore de propensão estimado, \hat{R}_i . Para tanto, recorre-se a uma aproximação polinomial de segunda ordem, permitindo capturar possíveis não-linearidades na relação entre o nível de acesso ao crédito e o resultado produtivo, como em (8):

$$\varphi\{E(Y_i|T_i, R_i)\} = \alpha_0 + \alpha_1 T_i + \alpha_2 T_i^2 + \alpha_3 R_i + \alpha_4 R_i^2 + \alpha_5 T_i R_i \quad (8)$$

na qual $\varphi(.)$ Representa a função identidade, implicando a suposição de linearidade entre os parâmetros do modelo e a expectativa condicional da variável resultado.

Na última etapa, procede-se ao cálculo da função dose-resposta média, a qual é obtida a partir da média das estimativas da função de regressão condicional para distintos níveis do tratamento. Essa abordagem permite avaliar o efeito médio do acesso ao crédito em diferentes intensidades, ao longo da distribuição contínua da variável de tratamento:

$$E[\hat{Y}_i(t)] = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N [\hat{\alpha}_0 + \hat{\alpha}_1 T_i + \hat{\alpha}_2 T_i^2 + \hat{\alpha}_3 \hat{R}_i + \hat{\alpha}_4 \hat{R}_i^2 + \hat{\alpha}_5 T_i \hat{R}_i] \quad (9)$$

em que N denota o número total de observações (municípios), os parâmetros estimados $\hat{\alpha}$ são provenientes da segunda etapa do procedimento, e \hat{R} corresponde aos valores previstos da densidade condicional do tratamento para distintos níveis da variável de interesse.

A partir dessa abordagem empírica, foi possível estimar função dose-resposta correspondente a diferentes graus de cobertura do crédito rural via Pronaf, com o objetivo de mensurar seus impactos sobre a produção de milho nos municípios do Paraná e do Rio Grande do Sul no ano de 2022.

4.3.2 Fonte de dados

Este estudo utiliza informações provenientes de bases de dados públicas, com recorte em nível municipal. Optou-se pelo ano de 2022 para a análise, por ser o último exercício com dados consolidados sobre o acesso ao crédito via Pronaf, além de informações referentes à produção agrícola e variáveis climáticas. As variáveis contempladas restringem-se ao universo da agricultura familiar que teve acesso ao Pronaf em 2022, conforme os parâmetros estabelecidos pela Lei nº 11.326/2006 e as definições adotadas IBGE e pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário e Agricultura Familiar (MDA).

A variável de tratamento, denominada taxa de cobertura do Pronaf, foi construída como a proporção entre o número de produtores que acessaram o programa em 2022 e o total de estabelecimentos dedicados à produção de milho em cada município. Os dados sobre os estabelecimentos produtores de milho foram extraídos do Censo Agropecuário de 2017, enquanto as informações referentes ao acesso ao Pronaf foram obtidas junto ao MDA. Essa variável possibilitou mensurar a intensidade do acesso ao crédito rural de forma contínua e proporcional, variando entre zero e um.

A variável dependente corresponde à quantidade produzida de milho, expressa em toneladas, coletada por meio da Pesquisa Agrícola Municipal (PAM), disponível no Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA). Essa variável constitui o principal indicador econômico utilizado para estimar os efeitos do acesso ao crédito rural.

O conjunto de covariáveis observáveis X , utilizado no cálculo do escore de propensão generalizado, inclui dados produtivos e climáticos dos municípios. Dentre as variáveis selecionadas destacam-se a área colhida de milho, também obtida pela PAM (SIDRA), as variáveis climáticas temperatura e precipitação, extraídas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), e o número total de agricultores familiares habilitados a acessar o Pronaf, representados pela Declaração de Aptidão ao Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (DAP), disponibilizada pelo MDA.

Para assegurar a comparabilidade entre os municípios e reduzir potenciais distorções relacionadas à heterogeneidade das unidades individuais, todas as variáveis foram ponderadas em relação ao total de estabelecimentos municipais, seguindo metodologia aplicada em trabalhos anteriores, como os de Helfand, Magalhães e Rada (2015) e Sobreira *et al.* (2024), que tratam os municípios como unidades produtivas representativas por meio de médias agregadas.

Dessa maneira, o conjunto de variáveis selecionadas permite captar as principais características estruturais e conjunturais que influenciam tanto o acesso ao crédito via Pronaf quanto os resultados produtivos observados, conferindo maior solidez ao modelo adotado nesta análise.

4.4 Análise e discussão dos resultados

Nesta seção são apresentados os resultados obtidos a partir da aplicação da metodologia proposta, seguidos de sua interpretação crítica. Primeiramente, são expostas as estatísticas descritivas referentes à produção de milho e ao acesso ao Pronaf nos estados analisados.

Em seguida, são discutidos os efeitos estimados do crédito rural sobre a produção, comparando-os com estudos anteriores e com as especificidades regionais do Paraná e do Rio Grande do Sul.

4.4.1 Estatísticas descritivas

A avaliação dos efeitos do Pronaf sobre a produção de milho requer, inicialmente, uma leitura atenta das condições produtivas e estruturais que caracterizam os municípios beneficiários. Os dados descritivos relativos ao ano de 2022, abrangendo 301 municípios do Paraná e 369 do Rio Grande do Sul com contratos ativos do programa, evidenciam contrastes relevantes entre os dois estados, que vão além dos aspectos puramente quantitativos da produção, estão expostos na Tabela 6.

Em termos de desempenho produtivo, o Paraná apresentou médias substancialmente superiores, tanto em volume quanto em área colhida. A produção média municipal de milho ultrapassa 49 mil toneladas, e a área colhida atingiu cerca de 9,6 mil hectares. No Rio Grande do Sul, por sua vez, os números são mais modestos, com a produção em torno de 7,7 mil toneladas por município, e com uma área média colhida próxima de 2 mil hectares. Esses dados sugerem a existência de estruturas produtivas mais robustas no território paranaense, marcadas por escalas maiores e, possivelmente, maior uso de tecnologia e mecanização.

Sob a ótica institucional, destaca-se a diferença na média de Declarações de Aptidão ao Pronaf (DAP) ativas. O Rio Grande do Sul registrou mais do que o dobro do Paraná, com aproximadamente 106 DAPs por município, frente a uma média de 44 no estado vizinho. Essa maior densidade de formalização sugere uma organização mais ampla da agricultura familiar no contexto gaúcho. No entanto, a ausência de correspondência direta entre esse indicador e os resultados produtivos evidencia que a formalização, por si só, não é suficiente para garantir maior eficiência ou escala.

As variáveis climáticas contribuem para reforçar as especificidades regionais. O Paraná apresentou temperaturas médias anuais mais elevadas (21,2 °C), enquanto o Rio Grande do Sul registrou valores inferiores (19,8 °C). No que diz respeito à pluviosidade, os papéis se invertem, com os municípios gaúchos concentrando, em média, volumes maiores de precipitação, em torno de 1.715 mm anuais, comparados aos 1.483 mm registrados no Paraná. Ainda que aparentemente discretas, essas diferenças podem interferir de forma significativa nas dinâmicas produtivas, sobretudo em regiões onde a infraestrutura hídrica é limitada ou inexistente.

De forma geral, os dados apontam para realidades territoriais distintas. O Paraná demonstrou maior robustez em termos de escala e produtividade, enquanto o Rio Grande do Sul evidenciou uma agricultura familiar mais capilarizada e formalizada, embora com desempenho produtivo inferior. Essas distinções confirmam a importância de incorporar as especificidades regionais nas análises sobre o impacto do crédito rural, considerando que a eficácia do Pronaf está diretamente condicionada às características socioeconômicas, climáticas e institucionais de cada território.

Tabela 6 – Estatísticas descritivas

Estatística descritiva - Paraná				
Variável	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Quantidade produzida (ton.)	49.339,5	57.405,4	372	410.029
Área colhida (ha)	9.621,6	10.264,3	340	68.362
Precipitação (mm)	1.483	223	1.000	1.829
Temperatura (°C)	21,2	2,1	16,6	25,3
DAP ativas	44	46	0	372
Estatística descritiva - Rio Grande do Sul				
Variável	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Quantidade produzida (ton.)	7.770,1	11.769,1	17	99.180
Área colhida (ha)	1.986,0	2.281,7	20	15.700
Precipitação (mm)	1.715	196	1.193	2.091
Temperatura (°C)	19,8	1,3	16,4	22,3
DAP ativas	106	113	9	1.592

Fonte: Elaborada pela autora.

Na subseção seguinte, examina-se, por meio do *Generalized Propensity Score* (GPS), os impactos do acesso ao Pronaf na produção de milho nos municípios do Paraná e do Rio Grande do Sul.

4.4.2 Estimação da função dose-resposta

Neste estudo, a variável de tratamento corresponde à proporção de produtores de milho que, em 2022, acessaram recursos do Pronaf. Como se trata de uma variável contínua, adotou-se uma abordagem metodológica capaz de captar os efeitos do programa em diferentes níveis de intensidade, com base na proposta de Hirano e Imbens (2004) e na operacionalização de Guardabascio e Ventura (2014).

Para estimar o *Generalized Propensity Score* (GPS), foi aplicado um modelo linear generalizado com função de ligação logit e distribuição binomial. Esse modelo permite calcular, para cada município, a probabilidade de estar exposto a determinado nível de cobertura do programa, considerando variáveis como área colhida de milho, número de DAPs ativas, temperatura média e volume de chuvas.

Os resultados indicaram que o modelo se ajustou bem aos dados nos dois estados analisados. No Paraná, os índices de ajuste foram de 0,2176 para o deviance/df e de 0,99 para o AIC. No Rio Grande do Sul, os valores ficaram próximos, com 0,2283 e 1,01, respectivamente. Isso sinaliza que os escores estimados são estatisticamente confiáveis e oferecem uma boa base para a análise causal.

Ao observar a distribuição dos escores, notou-se assimetria positiva nos dois estados, com destaque para o Rio Grande do Sul, onde a dispersão foi maior. No Paraná, os valores oscilaram entre 0,2773 e 0,9322, com média de 0,5111 e assimetria de 0,73. No Rio Grande do Sul, variaram de 0,3655 a 0,9986, com média de 0,4944 e assimetria mais acentuada de 1,93. Essa amplitude é essencial, pois revela variações importantes na intensidade de acesso ao crédito rural, permitindo a identificação de efeitos marginais ao longo da distribuição.

A qualidade da estimação foi validada com testes de balanceamento das covariáveis. A taxa de cobertura foi dividida em quatro faixas e os escores em cinco subgrupos. Em ambos os estados, os testes indicaram que as covariáveis ficaram balanceadas ao nível de 1% de significância, garantindo comparabilidade entre os grupos analisados e fortalecendo a credibilidade dos resultados obtidos.

Os efeitos do Pronaf sobre a produção de milho, no entanto, não seguiram o mesmo padrão nos dois estados. No Paraná, a função dose-resposta apresentou trajetória ascendente, evidenciando que à medida que o acesso ao crédito aumentava, a produção também crescia. Esse comportamento sugere que o programa funcionou de forma eficaz no estado, talvez por se tratar de um ambiente institucional mais estruturado, com presença forte de cooperativas, assistência técnica disponível e produtores mais organizados. Essa interpretação é reforçada por Fossá, Matte e Mattei (2022), que identificaram, no Paraná, elevada concentração de operações de crédito do Pronaf em diversos municípios, acompanhada de maior volume médio por contrato e integração com cadeias produtivas dinâmicas. Tais características ajudam a explicar por que, nesse estado, o crédito tem sido mais eficientemente convertido em ganho produtivo, contribuindo para o fortalecimento da agricultura familiar e para o aumento da competitividade regional no cultivo de grãos, como o milho (Figura 4).

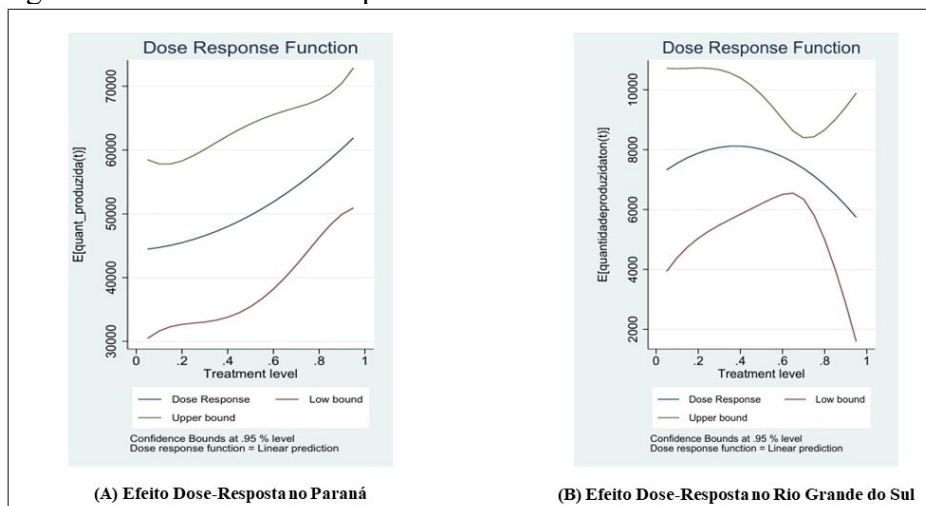
Nos municípios do Rio Grande do Sul, a curva dose-resposta entre a cobertura do Pronaf e a produção de milho em 2022 revelou um formato em U invertido, com ganhos produtivos iniciais que declinaram e tornaram-se negativos em níveis elevados de acesso ao crédito. Esse padrão evidencia que, após certo limiar de cobertura, a efetividade do programa é reduzida, sobretudo pela falta de políticas complementares, como assistência técnica continuada e canais de comercialização adequados, e por limitações estruturais, como capacidade de armazenagem, que prejudicam o uso eficiente dos recursos.

Estudos recentes como os de Aquino e Schneider (2015), Araújo e Vieira Filho (2018), Machado *et al.* (2022), e Alves *et al.* (2025) reforçam a ideia de que, sem suporte institucional e técnico adequado, o crédito isolado não sustenta ganhos de produtividade entre os agricultores familiares. Portanto, esses resultados apontam para a urgência de um redesenho do Pronaf, que articule o financiamento rural a estratégias territoriais de desenvolvimento, de modo a ampliar sua eficácia e reduzir disparidades regionais.

As estatísticas descritivas da variável de tratamento reforçam essas interpretações. No Paraná, a taxa média de cobertura foi de 0,5111, com desvio-padrão de 0,2454, leve assimetria negativa (-0,3067) e curtose de 2,20. No Rio Grande do Sul, a média foi de 0,4944, com desvio-padrão de 0,2413 e assimetria de 0,0615 e curtose de 2,10. Em ambos os casos, há variação suficiente para analisar os efeitos do programa em diferentes contextos.

Além disso, o modelo indicou que a área colhida, o número de DAPs e a precipitação foram os fatores mais relacionados ao acesso ao Pronaf. Quanto a temperatura, teve relação negativa, sugerindo que condições climáticas menos favoráveis podem restringir a atuação do programa em determinadas localidades.

Figura 4 – Efeitos Dose-Resposta no Paraná e Rio Grande do Sul



Fonte: Elaborada pela autora.

Diante disso, os resultados mostram que os impactos do Pronaf variam conforme o contexto. No Paraná, os ganhos são consistentes mesmo em altos níveis de cobertura. No Rio Grande do Sul, porém, a eficácia diminui quando o programa atinge uma penetração mais ampla, revelando possíveis fragilidades institucionais e estruturais.

Esses achados estão alinhados com os de Barros *et al.* (2024), que observaram impactos produtivos positivos no aumento do acesso ao Pronaf em municípios do Nordeste ao utilizar o método Generalized Propensity Score (GPS). Além do mais, esses resultados também se alinham aos de Costa e Vieira Filho (2018), que, ao analisarem os impactos regionais do crédito rural no Brasil entre 2007 e 2016, por meio do modelo econométrico de vetores autorregressivos com painel (PVAR), constataram que choques positivos no volume de crédito geram efeitos significativos e duradouros sobre a quantidade colhida e o valor da produção agrícola, evidenciando o papel estruturante do crédito na expansão e no desenvolvimento do agronegócio nacional.

Em síntese, os resultados encontrados sugerem que ampliar o acesso ao Pronaf pode gerar ganhos reais para a agricultura familiar, desde que o crédito venha acompanhado de estratégias de apoio técnico, infraestrutura e planejamento territorial. A experiência positiva do Paraná mostra que, em ambientes bem estruturados, o programa entrega resultados consistentes. Por outro lado, os desafios enfrentados no Rio Grande do Sul alertam para os riscos de expansão desarticulada. Em ambos os casos, o importante a ser analisado não é apenas a quantidade de crédito ofertado, mas sua capacidade de ser transformado em produtividade e desenvolvimento real no campo.

4.5 Considerações finais

Os resultados deste estudo deixam evidente que o crédito rural por meio do Pronaf, quando bem direcionado, pode ser uma ferramenta poderosa para impulsionar a agricultura familiar, mas também mostram que o acesso ao crédito, por si só, não garante sucesso produtivo. Dessa forma, tudo depende do contexto em que ele é aplicado, ou seja, das condições estruturais, do suporte técnico e da capacidade de organização dos produtores.

Ao analisar o impacto do Pronaf sobre a produção de milho nos municípios do Paraná e do Rio Grande do Sul em 2022, ficou claro que a resposta ao programa varia significativamente entre os dois estados. No Paraná, onde há maior presença de cooperativas, serviços de assistência técnica mais acessíveis e sistemas produtivos mais integrados, o

aumento na cobertura do crédito esteve diretamente relacionado ao crescimento da produção. E no Rio Grande do Sul, embora o número de agricultores formalizados seja mais expressivo, o efeito positivo do Pronaf se esgota rapidamente em altos níveis de cobertura, sinalizando um limite a partir do qual os resultados deixam de ser vantajosos.

Esse contraste revela que a eficiência do programa está fortemente vinculada à presença de um ambiente institucional sólido e de políticas complementares. Em regiões onde a infraestrutura, a orientação técnica e os canais de escoamento da produção são escassos, o crédito tende a não gerar grandes impactos positivos, o que reforça as desigualdades já existentes.

Portanto, mais do que aumentar o volume de recursos, é preciso olhar com atenção para como e onde o crédito está sendo aplicado. Os dados deste estudo sugerem que uma abordagem única e generalizada não consegue capturar a complexidade da agricultura familiar brasileira. Em vez disso, o que se faz necessário é um olhar mais sensível ao território, que compreenda as especificidades de cada região, os gargalos e os potenciais locais.

Outrossim, a análise também revelou algumas limitações importantes. Por se tratar de uma abordagem baseada em dados agregados, não foi possível capturar as realidades internas de cada município ou mensurar o papel de variáveis como o tipo de linha de crédito utilizada, o valor individual financiado ou a existência de assistência técnica direta. Ademais, choques conjunturais como eventos climáticos extremos em 2022 não foram isolados na análise, o que pode ter interferido em parte dos resultados.

Diante disso, estudos futuros podem gerar investigações mais detalhadas, especialmente com o uso de microdados e análises em escala mais refinada. Também é recomendável que novas pesquisas incluam outros fatores, como tecnologias empregadas, formas de comercialização e apoio institucional, que, combinados ao crédito, tendem a ampliar significativamente os resultados obtidos pelos agricultores familiares.

Em resumo, os achados deste estudo reforçam a relevância do Pronaf como uma das principais políticas públicas voltadas à agricultura familiar, mas também evidenciam que seu impacto efetivo vai muito além da simples oferta de crédito. Para que o programa cumpra seu papel de impulsionar a produção e reduzir desigualdades no meio rural, é fundamental que seja reestruturado e articulado de forma integrada a outras políticas públicas, como assistência técnica, extensão rural, infraestrutura de armazenagem, acesso a mercados e estratégias territoriais de desenvolvimento. Quando inserido em contextos organizados e bem assistidos, o Pronaf pode gerar transformações significativas. No entanto, quando atua de forma isolada, perde força e, em certos casos, pode até agravar fragilidades já existentes. O verdadeiro

desafio, portanto, não está apenas em financiar a produção, mas em criar um ambiente institucional e produtivo capaz de transformar esse financiamento em desenvolvimento rural real, sustentável e duradouro.

5 CONCLUSÃO

Com base na literatura da economia rural e nas discussões sobre crédito para a agricultura familiar, esta dissertação foi construída em torno de três ensaios, cada um voltado a entender, sob diferentes ângulos, como o acesso ao Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) influencia a produção agrícola no Brasil. O foco esteve nas culturas de milho e soja, duas das mais relevantes para a economia rural, especialmente nas regiões estudadas. Mais do que apenas mensurar efeitos, a proposta foi buscar esclarecimentos sobre as diversas formas como uma política pública como o Pronaf atua em realidades tão distintas entre si.

Diversos estudos apontam o Pronaf como o principal programa de crédito rural voltado à agricultura familiar no país, e ele é reconhecido por seu papel na geração de renda, estímulo à produção e fortalecimento da permanência no campo. Mas os caminhos que ele percorre e os resultados que gera nem sempre seguem uma lógica uniforme. A literatura aponta essas assimetrias, evidenciando que há desequilíbrios no acesso ao crédito entre regiões, diferenças nos resultados e impactos que variam conforme o perfil dos beneficiários, das culturas agrícolas e das condições locais. Foi justamente sobre essas variações que os três ensaios se debruçaram.

O primeiro ensaio, apresentado no Capítulo 2, investigou os efeitos da linha Pronaf B sobre a produção e a área plantada de milho no Ceará, estado inserido no semiárido nordestino e historicamente marcado por acesso limitado ao crédito rural. A partir de dados entre 2016 e 2021 e da aplicação do modelo de Vetores Autorregressivos com Painel (PVAR), os resultados mostraram que, mesmo em contextos adversos, o crédito tem capacidade de gerar impactos positivos na produção, ainda que os efeitos sobre a área cultivada sejam mais discretos. A análise revela que, quando bem direcionado, o crédito pode funcionar como um motor de estímulo à produtividade, mesmo para agricultores em situação de maior vulnerabilidade.

O segundo ensaio, no Capítulo 3, voltou-se para o Paraná e o Rio Grande do Sul, dois estados que concentram grande parte dos contratos do Pronaf e estão entre os maiores produtores de soja do país. Utilizando dados de 2022 e o método Generalized Propensity Score (GPS), o estudo identificou que o aumento no volume de crédito acessado está associado a elevações significativas na produção de soja, sobretudo onde há maior intensidade de financiamento, mas que em determinado ponto começa a diminuir. Isso reforça a importância do Pronaf como política de estímulo à produção agrícola em regiões onde a

agricultura familiar já se encontra mais estruturada, tecnicizada e integrada ao mercado. Além do mais, os resultados demonstram a importância de políticas de crédito rural, como o Pronaf, mais consolidadas e integradas a outras ações, como assistência técnica e apoio estrutural e comercial no meio rural, para diminuir as desigualdades no campo.

No Capítulo 4, o terceiro ensaio trouxe um olhar mais amplo, pois além de analisar o volume individual de crédito, buscou-se entender se a cobertura territorial do Pronaf está relacionada ao desempenho produtivo municipal na cultura do milho. Os dados de 2022 revelaram efeitos distintos nos dois estados analisados. No Paraná, segundo maior produtor nacional de milho e com estrutura agrícola bem consolidada, a maior cobertura do programa esteve associada ao aumento da produção. Já no Rio Grande do Sul, onde o milho possui menor peso econômico, esse efeito não foi observado. A comparação evidencia que os impactos do Pronaf não dependem apenas do acesso em si, mas também da relevância da cultura na região e da capacidade local de absorver os incentivos do crédito.

De forma geral, os resultados dos três ensaios convergem para a conclusão de que o Pronaf é uma política com grande potencial de transformação na agricultura familiar, mas seus impactos são condicionados por variáveis territoriais, culturais e estruturais. Políticas públicas como essa não operam no vácuo, elas interagem com as condições locais, com as cadeias produtivas ativas, com o grau de organização dos produtores e com o suporte técnico existente.

Diante disso, é preciso reconhecer que ampliar o alcance e a efetividade do Pronaf não se resume a disponibilizar mais recursos, mas sim a compreender onde e como eles geram maior impacto. As evidências aqui apresentadas reforçam a importância de estratégias territoriais mais ajustadas, que levem em conta a aptidão produtiva de cada região, as limitações de infraestrutura e o nível de organização dos agricultores. Ao fazer isso, abre-se caminho para políticas de crédito mais inclusivas, eficientes e capazes de promover, de fato, o fortalecimento da agricultura familiar brasileira.

REFERÊNCIAS

ABRAMOVAY, R.; VEIGA, E. **Novas instituições para o desenvolvimento rural**: o caso do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF). Brasília: IPEA: abril, 1998. 51p. (Texto para Discussão n.641).

ALENCAR, M. O.; MARCELINO, A. B. F.; JUSTOS, W. R.; CAETANO, F. A. O. Impactos da precipitação pluviométrica na produção, produtividade e área plantada do milho no estado do Ceará. **GeoNordeste**, São Cristóvão, v. 3, p. 165-184, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufs.br/geonordeste/article/view/9575/10259>. Acesso em: 19 set. 2024.

ALVES, F.; SILVA, S. P.; VALADARES, A. A.; BASTIAN, L. Análise da relação entre créditos do Pronaf e diversificação da produção agrícola em estabelecimentos de agricultura familiar no Brasil de 2006 a 2017. In: SANTOS, G. R.; VALADARES, A. A.; SILVA, S. P (Org.). **Agricultura e diversidades**: trajetórias, desafios regionais e políticas públicas no Brasil. 2. ed. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 2025. p. 165-189. Disponível em: <https://doi.org/10.38116/978-65-5635-081-3>. Acesso em: 10 abr. 2025.

ALVES, M. O.; VIDAL, M. F.; MACIEL, I. S. R.; OLIVEIRA, A. I. Produção e reprodução social entre beneficiários do PRONAF B no semiárido brasileiro. **Grifos**, Unochapecó, v. 30, n. 51, 2021. Disponível em: <https://bell.unochapeco.edu.br/revistas/index.php/grifos/article/view/5608/3160>. Acesso em: 16 set. 2024.

AMARAL, F. J. G.; BACHA, C. J. C. Evolução do crédito rural no Brasil de 1969 a 2023. **Revista de Economia Contemporânea**, Rio de Janeiro, v. 29, p. e252903, 2025. Disponível em: <https://revistas.ufrj.br/index.php/rec>. Acesso em: 06 jun. 2025.

ANTONINO, A. C. D.; SAMPAIO, E. V. S. B.; ATTILIO DALL'OLIO, A.; SALCEDO, I. Balanço hídrico em solo com cultivos de subsistência no semiárido do nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 29-34, 2000.

ANTUNES, R. L.; CAMARA, M. R. G.; NASCIMENTO, S. P.; SEREIA, V. J.; ANHESINI, J. A. R. Programa nacional de crédito da agricultura familiar e impactos nas economias locais no estado do Paraná. **Economia & Região**, Londrina, v. 1, n. 1, p. 69-90, 2013. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/ecoreg/article/view/14395>. Acesso em: 10 maio 2025.

AQUINO, J. R.; RADOMSKY, G. F. W.; SPOHR, G.; PAREDES, A.; RADOMSKY, C. W. Dimensão e características do público potencial do Grupo B do Pronaf na região Nordeste e no estado de Minas Gerais. In: SCHNEIDER, S.; FERREIRA, B.; ALVES, F. **Aspectos multidimensionais da agricultura brasileira**: diferentes visões do censo agropecuário 2006. Brasília: Ipea, 2014. cap. 3, p. 77-105.

AQUINO, J. R.; SCHNEIDER, S. 12 Anos da política de crédito do PRONAF no Brasil (1996-2008): Uma reflexão crítica. **Revista De Extensão E Estudos Rurais**, Viçosa, v. 1, p. 309-347, jul./dez. 2011.

AQUINO, J. R.; SCHNEIDER, S. O Pronaf e o desenvolvimento rural brasileiro: avanços,

contradições e desafios para o futuro. *In*: GRISA, C.; SCHNEIDER, S. (Orgs.), **Políticas públicas de desenvolvimento rural no Brasil**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2015. p. 53-81.

ARAÚJO, A. C. P. L.; SAMPAIO, M. A. S.; LIMA, F. A. X. Condições socioeconômicas dos agricultores familiares do PRONAF B na região nordeste: uma análise a partir do censo agropecuário de 2017. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 25, n. 98, p. 34–51, 2024. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/69295>. Acesso em: 16 set. 2024.

ARAÚJO, J. A.; ALENCAR, M. O.; VIEIRA FILHO, J. E. R. Crédito Rural e Agricultura Familiar no Brasil: uma avaliação do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar. **Redes**, Santa Cruz do Sul, v. 25, p. 2009-2034, 2020.

ARAÚJO, J. A.; VIEIRA FILHO, J. E. R. **Análise dos impactos do Pronaf na agricultura do Brasil no período de 2007 a 2016**. Rio de Janeiro: Ipea, 2018.

ARAÚJO, P. F. C. **Política de crédito rural**: reflexões sobre a experiência brasileira. Brasília: IPEA, 2011. (Texto para Discussão CEPAL-IPEA, 37). Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1342/1/TD_1555.pdf. Acesso em: 10 mar. 2025.

BANCO CENTRAL DO BRASIL - (BACEN). **Matriz de Crédito Rural**. 2021. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/micrrural>. Acesso em: 16 maio 2024.

BANCO CENTRAL DO BRASIL – (BACEN). **Matriz de Crédito Rural**. 2022. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/reportmicrrural/?path=conteudo%2FMDCR%2FReports%2FqvcRegiao.rdl>. Acesso em: 10 maio 2025.

BANCO CENTRAL DO BRASIL – (BACEN). Pronaf 2022/2023. Brasília: BACEN, 2023. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br>. Acesso em: 20 jun. 2025.

BANCO DO NORDESTE - (BNB). **Nordeste tem três estados entre os dez maiores produtores nacionais de milho**. Fortaleza. 2022. Disponível em: https://www.bnb.gov.br/imprensa/noticias/-/asset_publisher/QGdgGhxvRtMv/content/nordeste-tem-tr%C3%AAs-estados-entre-os-dezmaiores-produtores-nacionais-de-milho/44540. Acesso em: 20 set. 2024.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL - (BNDES). Brasília. **Pronaf - Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar**. 2024. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/pronaf>. Acesso em: 19 set. 2024.

BARROS, R. F.; SOBREIRA, D. B.; COSTA, E. M.; CASTELAR, P. U. C. Rural credit and family farming in the northeast region of Brazil. *In*: Encontro Nacional de Economia, 52, 2024, Natal/RN. **Anais [...]**. SERHS Natal Grand Hotel & Resort, 2024.

BAZOTTI, A.; PAULA, N. M.; NETTO, C. G. A. M. Soja: mercantilização e externalização no sudoeste paranaense. **Revista Internacional Interdisciplinar INTERthesis**, Florianópolis, v.14, n.3, p.122-141 Set.-Dez. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/1807-1384.2017v14n3p122>. Acesso em: 15 maio 2025.

BELIK, W. PRONAF: uma avaliação da operacionalização do programa. *In*: CAMPANHOLA, C.; GRAZIANO DA SILVA, J. (ed.). **O Novo Rural Brasileiro: Políticas Públicas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente; IE; Unicamp, 2000, v. 4, p. 93-116.

BELIK, W. **O financiamento da agropecuária brasileira no período recente**. Brasília: IPEA, 2015. (Texto para Discussão, 2028). Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3407/1/td_2028.pdf. Acesso em: 15 mar. 2025.

BELTRAME, G.; PEREIRA, B. A. D. Impactos socioeconômicos ocasionados pelo PRONAF para o desenvolvimento da agricultura familiar. **Desenvolvimento em Questão**, Ijuí, v. 15, n. 38, p. 87–107, 2017. Disponível em: <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/desenvolvimentoemquestao/article/view/5542>. Acesso em: 13 set. 2024.

BÉNÉTRIX, A. S.; LANE, P. R. The cyclical conduct of Irish Fiscal Policy. **The World Economy**, [s.l.], v. 35, issue 10, p. 1277-1290, October 2012.

BESLEY, T. How do market failures justify interventions in rural credit markets?. **The World Bank Research Observer**, [s.l.], v. 9, n. 1, p. 27-47, 1994.

BIANCHINI, T. Vinte anos do Pronaf, 1995-2015: avanços e desafios. Brasília: **SAF/MDA**, 2015.

BLANCHARD, O.; PEROTTI, R. An empirical characterization of the dynamic effects of changes in government spending and taxes on output. **The Quarterly Journal of Economics**, [s.l.], v. 117, n. 4, p. 1329-1368, 2002.

BORGES, M. J.; PARRÉ, J. L. O impacto do crédito rural no produto agropecuário brasileiro. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 60, n. 2, p. e230521, 2022.

BRASIL. Banco Central do Brasil. Resolução CMN n. 4.889, de 26.02.2021. Dispõe sobre a consolidação do Capítulo 8 (Programa Nacional de Apoio ao Médio Produtor Rural - Pronamp), do Capítulo 9 (Fundo de Defesa da Economia Cafeteira - Funcafé), do Capítulo 10 (Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar - Pronaf) e do Capítulo 11 (Programas com Recursos do BNDES) do Manual de Crédito Rural (MCR), em conformidade com o disposto no art. 5º do Decreto nº 10.139, de 28 de novembro de 2019. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 1 março 2021.

BRASIL. Banco Central do Brasil. Resolução CMN Nº 5.024 de 29.06.2022. Brasília, 2022. Ajusta normas referentes ao Capítulo 1 (Disposições Preliminares), ao Capítulo 2 (Condições Básicas) e ao Capítulo 10 (Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar – Pronaf) do Manual de Crédito Rural (MCR). **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 30 junho 2022.

BRASIL. **Decreto nº9.064**, de 25 de maio de 2017. Dispõe sobre a regulamentação da Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 26 maio 2017. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/d9064.htm. Acesso em: 10 maio 2025.

BRASIL. **Lei 11.326**, de 24 de julho de 2006. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. Presidência da República – Casa Civil. 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária – (MAPA). **Exportações Brasileiras**. Milho. Brasília. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/relacoesinternacionais/documentos/Milho.pdf>. Acesso em: 20 set. 2024.

BUAINAIN, A. M.; ALVES, E.; SILVEIRA, J. M.; NAVARRO, Z. (ed.). **O mundo rural no Brasil do século 21**: a formação de um novo padrão agrário e agrícola. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 1182 p.

CALDARELLI, C. E.; BACCHI, M. R. P. Fatores de influência no preço do milho no Brasil. **Nova Economia**, Belo Horizonte, v. 22, n. 1, p. 141–164, jan. 2012.

CANOVA, F.; CICCARELLI, M. Panel Vector Autoregressive Models: A Survey. **ECB Working Paper**, Kaiserstrasse, n. 1507, 2013. Disponível em: <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpwps/ecbwp1507.pdf>. Acesso em: 19 set. 2024.

CARVALHO, D. M. O Agroamigo (Pronaf B): Aspectos Operacionais no Nordeste Brasileiro. **Geopauta**, Vitória da Conquista, v. 4, n. 3, p. 132-152, 2020. Disponível em: <https://periodicos2.uesb.br/index.php/geo/article/view/6640>. Acesso em: 16 set. 2024.

CASTRO, C. N. **Agricultura familiar no Brasil, na América Latina e no Caribe**: institucionalidade, características e desafios. Brasília: Ipea, 2024.

CASTRO, C. N.; FREITAS, R. E. **Agricultura familiar nordestina, políticas públicas e segurança alimentar**. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). 2021. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/11151/1/td_2708.pdf. Acesso em: 14 ago. 2024.

CASTRO, C. N.; RESENDE, G. M.; PIRES, M. J. S. **Avaliação dos impactos regionais do Programa Nacional da Agricultura Familiar (PRONAF)**. Brasília: Ipea, 2014. (Texto para discussão, n. 1974).

CAVALCANTI, I. M. **Crédito rural e produto agropecuário municipal**: uma análise da causalidade. 2008. 73 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

COÊLHO, J. D. Milho. **Caderno Setorial ETENE**, Fortaleza, v. 9, n. 343, dez. 2024. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/revista/cse/article/view/3117>. Acesso em: 2 fev. 2025.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira de grãos 2020/2021**. Observatório Agrícola, v. 8, n. 5, 2021.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira de grãos 2022/2023**. Observatório Agrícola, v. 10, n. 5, 2023a.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – (CONAB). **Portal de Informações Agropecuárias (Safrá - Série Histórica dos Grãos – Milho 2022/23)**. 2023b. Disponível em: <https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/safra-serie-historica-graos.html>. Acesso em: 14 jun. 2025.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – (CONAB). **Safras: séries históricas**. 2024a. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-dassafras/itemlist/category/910-Milho>. Acesso em: 20 set. 2024.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira: Grãos**. Safra 2023/24. 12º Levantamento. v. 11, set. 2024. 2024b. Disponível em: <https://www.gov.br/conab/pt-br/atuacao/informacoes-agropecuarias/safras/safra-de-graos/boletim-da-safra-de-graos/12o-levantamento-safra-2023-2024/12o-levantamento-safra-2023-2024>. Acesso em: 10 maio 2025.

CONTERATO, M. A.; BRÁZ, C. A. O processo de especialização produtiva dos agricultores familiares da Zona Sul do Rio Grande do Sul através do PRONAF-custeio. **Redes**, Santa Cruz do Sul, v. 24, n. 3, p. 12-34, set. 2019.

COSTA, E. M.; VIEIRA FILHO, J. E. R. Choque de oferta no crédito rural e seu impacto produtivo na agricultura brasileira. In: SACHSIDA, A. (org.). **Choque de oferta no crédito rural e seu impacto produtivo na agricultura brasileira**. Brasília: IPEA, 2018, v. 5, p. 208-223.

CRUZ, N. B. **Impactos do Pronaf sobre a eficiência técnica da agricultura familiar no Brasil**. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2023.

DELGADO, G. C.; BERGAMASCO, S. M. P. P. (orgs.). **Agricultura familiar brasileira: desafios e perspectivas de futuro**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2017.

DEL GROSSI, M.; FLORIDO, A. C. S.; RODRIGUES, L. F. P.; OLIVEIRA, M. S. Comunicação de pesquisa: delimitando a agricultura familiar nos censos agropecuários brasileiros. **Revista NECAT-Revista do Núcleo de Estudos de Economia Catarinense**, Florianópolis, v. 8, n. 16, p. 40-45, 2019.

EBINA, R. K.; MASSUQUETTI, A. O Pronaf na região Sul do Brasil: uma análise do estado gaúcho no período 1999-2009. **Revista Estudos do CEPE**, Santa Cruz do Sul, n. 35, p. 199-233, jan./jun. 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - (EMBRAPA). Milho. In: DUARTE, J. O.; MATTOSO, M. J.; GARCIA, J. C. **Importância socioeconômica**. [S. l.], 2021a. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/pre-producao/socioeconomia/importancia-socioeconomica>. Acesso em: 20 maio 2025.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - (EMBRAPA). Milho. In:

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; ALBUQUERQUE FILHO, M. R. **Rotação de Culturas**. [S. l.], 2021b. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/producao/rotacao-de-culturas>. Acesso em: 20 maio 2025.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION – (FAO). **The State of Food and Agriculture 2021**. Rome: FAO, 2021. Disponível em: <https://openknowledge.fao.org/bitstreams/7e6336f8-d90d-4936-805b-f612a218f0c8/download>. Acesso em: 10 jun. 2025.

FOSSÁ, J. L.; MATTE, A.; MATTEI, L. F. A trajetória do Pronaf: análise das operações de crédito nos municípios brasileiros entre 2013 e 2020. **Extensão Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 1, p. 1-27, jan.-mar. 2022.

FREITAS, F. M.; SILVA, J. L. **Inclusão financeira e competitividade: o impacto do PRONAF B na agricultura familiar do Nordeste**. Fortaleza: Editora UFC, 2021.

FREITAS, R. E.; CASTRO, C. N. **O PRONAF no Nordeste**. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). 2020. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/11639/1/TD_2827_Web.pdf. Acesso em: 14 ago. 2024.

GAZOLLA, M.; SCHNEIDER, S. Qual "fortalecimento" da agricultura familiar?: uma análise do Pronaf crédito de custeio e investimento no Rio Grande do Sul. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 51, n. 1, p. 45–68, jan. 2013.

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**, Brasília, v. 52, p. 125–146, 2014.

GRISA, C.; SCHNEIDER, S. (org.). **Políticas públicas de desenvolvimento rural no Brasil**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2015.

GRISA, C.; WESZ JUNIOR, V. J.; BUCHWEITZ, V. D. Revisitando o Pronaf: velhos questionamentos, novas interpretações. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 52, n. 2, p. 323–346, abr. 2014.

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

GUARDABASCIO, B.; VENTURA, M. Estimating the dose–response function through a generalized linear model approach. **The Stata Journal**, [s.l.], v. 14, p. 141-158, 2014. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/1536867X1401400110>. Acesso em: 10 maio 2025.

HALL, P. **The bootstrap and Edgeworth expansion**. New York: Springer, 1992.

HARRIS, R. D. F; TZAVALIS, E. Inference for unit roots in dynamic panels where the time dimension is fixed. **Journal of Econometrics**, [s.l.], v. 91, p. 201-226, 1999.

HARZER, J. H.; COSTA, C. T.; SILVA, W. V.; SOUZA, A. Eficiência dos mercados futuros de commodities agrícolas aplicando-se o teste de cointegração. **Revista de Administração da Universidade Federal de Santa Maria**, Santa Maria, v. 5, n. 2, p. 336-353, 2012.

HELFAND, S. M.; MAGALHÃES, M. M.; RADA, N. E. Brazil's agricultural total factor productivity growth by farm size. *In: Annals of 2011 AAEA Annual Meeting*, San Francisco, CA: Agricultural & Applied Economics Association, 2015.

HIRAKURI, M. H.; CASTRO, C.; FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; PROCÓPIO, S. O.; BALBINOT JÚNIOR, A. A. **Indicadores de sustentabilidade da cadeia produtiva da soja no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2014.

HIRANO, K.; IMBENS, G.W. The propensity score with continuous treatments. *In: GELMAN, A.; MENG, X. L. Applied Bayesian Modeling and Causal Inference from Incomplete-Data Perspectives*. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – (IBGE). **Censo agropecuário 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – (IBGE). **Produção Agrícola**. 2024. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/40080-noticia-lspaabril#:~:text=Juntos%2C%20a%20soja%2C%20o%20milho,produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20gr%C3%A3os%20no%20pa%C3%ADs>. Acesso em: 12 set. 2024.

INSTITUTO NACIONAL DO SEMIÁRIDO - (INSA). **O Semiárido Brasileiro**. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/insa/pt-br/semiaridobrasileiro#:~:text=Com%20mais%20de%20onze%20mil,composta%20por%20mata%20espinhosa%20tropical>. Acesso em: 20 set. 2024.

JUODIS, A.; KARAVIAS, Y.; SARAFIDIS, V. A homogeneous approach to testing for Granger non-causality in heterogeneous panels. **Empirical Economics**, [s.l.], v. 60, p. 93-112, 2021.

KAGEYAMA, A. Produtividade e renda na agricultura familiar: efeitos do Pronaf – crédito. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo: v.50, n.2, p.1-13, 2003.

LEITE, S. P.; JUNIOR, V. J. W. Estado, políticas públicas e agronegócio no Brasil: revisitando o papel do crédito rural. **Revista Pós Ciências Sociais**, São Luís, v. 11, n. 22, 2015.

LEMOES, J. J. S.; BEZERRA, F. N. R.; COSTA FILHO, J.; GURJÃO, N. O. Agricultura familiar no Ceará: evidências a partir do Censo Agropecuário de 2017. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 51, suplemento especial, p. 93-112, ago. 2020.

LISZBINSKI, B. B.; BRIZOLLA, M. M. B.; PATIAS, T. Z. PRODUÇÃO DE SOJA: PERSPECTIVAS SOCIAIS E AMBIENTAIS A PARTIR DO OLHAR DO PRODUTOR. **Geosul**, Florianópolis, v. 36, n. 79, p.347-371, mai./ago. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/2177-5230.2021.e74515>. Acesso em: 12 maio 2025.

LOOSE, C. E.; PIACENTINI, M. T. S.; SANDRI, E. A.; PIACENTINI, A. L. S.; MOURA, R.

A. Crédito rural na agricultura familiar. **Revista International Journal for Innovation Education and Research**, Dhaka, Bangladesh, v. 7, pág. 332–339, 2019. Disponível em: <https://scholarsjournal.net/index.php/ijer/article/view/1683>. Acesso em: 13 maio 2025.

LOPES, D.; LOWERY, S.; PEROBA, T. L. C. Crédito rural no Brasil: desafios e oportunidades para a promoção da agropecuária sustentável. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v. 45, p. 155-196, 2016.

MACHADO, B. S.; NEVES, M. C. R.; BRAGA, M. J.; COSTA, D. R. M. Os impactos do acesso ao Pronaf no Brasil frente à concentração regional: uma análise para a agricultura familiar e as tipologias Pronaf B e Pronaf V. *In*: ENCONTRO REGIONAL NORDESTE DE ECONOMIA, 27, 2022, Fortaleza. **Anais [...]**. Fortaleza: BNB, 2022. p. 1-25.

MAIA, P. R. B. **Análise comparativa da previsão de demanda de energia elétrica industrial no período pós-crise**: uma aplicação dos modelos VAR e BVAR. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/17790/17790_1.PDF. Acesso em: 20 set.

MALDANER, L. J.; HORING, K.; SCHNEIDER, J. F.; FRIGO, J. P.; AZEVEDO, K. D.; GRZESIUCK, A. E. Exigência agroclimática da cultura do milho. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, Palotina, v. 3, p. 13-23, 2014.

MATTEI, L. **Impactos do PRONAF**: análise de indicadores. Brasília: MDA/NEAD, 2005.

MATTEI, L. **Pronaf 10 anos**: mapa da produção acadêmica. Brasília: MDA, 2006. Disponível em: <https://www.gov.br/mda/pt-br/acervo-nucleo-de-estudos-agrarios/neadestudos-1/20-pronaf-10-anos-mapa-da-producao-academica.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2024.

MATTEI, L. Evolução do crédito do PRONAF para as categorias de agricultores familiares A e A/C entre 2000 e 2010. **Revista Econômica do Nordeste**, fortaleza, v. 45, n. 3, p. 58-69, 2014.

MOURA, J. E. A.; PAIVA, M. J. G. Dinâmica econômica das principais culturas agrícolas na pauta de produção cearense. **Pymes, Innovación Y Desarrollo**, [s.l.], v. 6, n. 3, p. 122–141, 2019. Disponível em: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/pid/article/view/24700>. Acesso em: 11 set. 2024.

NOSKOSKI, L. E. C.; COSTA, N. L.; OLIVEIRA, G. N.; DALCIN, M. S.; MABETANA, K. P. F. O PRONAF no estado do Rio Grande do Sul: uma revisão sistemática da literatura. **Revista de Gestão e Secretariado**, São José dos Pinhais, v. 15, n. 5, p. e3836, 2024. Disponível em: <https://ojs.revistagesec.org.br/secretariado/article/view/3836>. Acesso em: 10 maio 2025.

OLIVEIRA, R. A.; LIMA, P. V. P. S.; CASIMIRO FILHO, F.; MARTINS, E. C. Indicadores agrícolas das lavouras de subsistência financiadas pelo PRONAF no estado do Ceará. *In*: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 46., 2008, Rio Branco. **Anais [...]**. Rio Branco: SOBER, 2008.

PEDROSO, M. T. M.; BRISOLA, M. V.; NAVARRO, Z. (org.). **O Brasil rural**: novas interpretações. São Paulo: Baraúna, 2024. 520 p.

PRODUÇÃO AGRÍCOLA MUNICIPAL - (PAM). **Culturas permanentes e temporárias**. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-epecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-epermanentes.html?edicao=18051>. Acesso em: 16 maio 2024.

RAMOS, S. Y.; MARTHA JUNIOR, G. B. **Evolução da política de crédito rural brasileira**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2010.

RIBEIRO, I. G.; LUNA, A. T.; COSTA, E. M.; CAMPOS, R. T.; MARIANO IPOLITO, A. L. Efeitos do crédito rural sobre a produção de soja na região do Matopiba. **Revista de Economia e Agronegócio**, Viçosa, v. 21, n. 1, 2023. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/rea/article/view/15164>. Acesso em: 06 abr. 2025.

SALVIANO, J. I. A.; LEMOS, J. J. S.; MARTINS, E. C. Sinergias entre instabilidade pluviométrica e produção de alimentos de sequeiro no semiárido do estado do Ceará - Brasil. **Contribuciones a las Ciencias Sociales**, São José dos Pinhais, v. 16, n. 7, p. 56470 5665, 2023. Disponível em: <https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/1099>. Acesso em: 20 set. 2024.

SANTIAGO, F. S.; DIAS, I. C. G. M.; JALFIM, F. T.; SILVA, N. C. G.; BLACKBURN, R. M.; FREITAS, R. R. L.; NANES, M. B. Variabilidade pluviométrica em agricultura de sequeiro no sertão do Pajeú-PE. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 20, 2013, Bento Gonçalves - RS. **Anais [...]**. Bento Gonçalves: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2013.

SCHNEIDER, S. Teoria social, agricultura familiar e pluriatividade. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, São Paulo, v. 18, n. 51, p. 99–122, fev. 2003.

SCHNEIDER, S. Situando o desenvolvimento rural no Brasil: o contexto e as questões em debate. **Revista de Economia Política**, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 511-531, 2010.

SCHNEIDER, S.; CAZELLA, A. A.; MATTEI, L. Histórico, caracterização e dinâmica recente do Pronaf – Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar. In: SCHNEIDER, S.; SILVA, M. K.; MARQUES, P. E. M. (Org.). **Políticas Públicas e Participação Social no Brasil Rural**. Porto Alegre: UFRGS Editora, 2004. p. 21-50.

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

SIAL, M. H.; AWAN, M. S.; WAQAS, M. Institutional credit and agricultural production nexus. **MPRA Paper**, n. 30932, University Library of Munich, Germany, 2011. Disponível em: <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/30932/>. Acesso em: 29 mar. 2025.

SILVA, S. P.; CIRÍACO, J. S. **Análise do efeito do Pronaf sobre a renda de agricultores familiares no meio rural nordestino**. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). 2022. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/11639/1/TD_2827_Web.pdf. Acesso em: 14

ago. 2024.

SILVEIRA, R. L.; LIMA, A. P. **Desafios na implementação do PRONAF**: um estudo de caso na agricultura familiar brasileira. Salvador: Ed. UFBA, 2017.

SOBREIRA, L. B.; FREITAS, P. S. S.; NASCIMENTO, L. C. N.; VIEIRA, A. C. B. C.; SALES, C. M. M.; PACHECO, A. O.; REZENDE, L. D. A. Obstacles in combating multidrug resistant tuberculosis in pediatric patients: a scope review. **Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil**, Recife, v. 2, 2024.

SOUSA, J. M. P.; MONTE, F. S. S.; PAULA, L. A. M. Avaliação dos efeitos do PRONAF B na renda da agricultura familiar. Avaliação dos efeitos do PRONAF B na renda da agricultura familiar. **Oikos: Família e Sociedade em Debate**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 153-176, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/oikos/article/view/3677>. Acesso em: 30 jan. 2025.

SOUSA, M. S.; SOUSA ALVES, A. G. Os programas de crédito agrícola e de fomento para a agricultura familiar: uma análise acerca do PRONAF e do PNAE. **Revista de Direito Sociais e Políticas Públicas**, Florianópolis, Brasil, v. 4, n. 1, p. 139-159, 2018. Disponível em: <https://indexlaw.org/index.php/revistadspp/article/view/4377>. Acesso em: 10 maio 2025.

SOUSA, S. B. de; FERREIRA JUNIOR, L. G.; MIZIARA, F.; ARRUDA, H. A. Crédito rural no Brasil: evolução institucional e distribuição espacial (1969-2016). **Confins - Revue franco-brésilienne de géographie**, [s.l.], v. 45, 2020.

SOUZA, P. M.; PONCIANO, N. J.; NEY, M. G.; FORNAZIER, A. Análise da evolução do valor dos financiamentos do Pronaf-Crédito (1999 a 2010): número, valor médio e localização geográfica dos contratos. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 51, p. 237-254, 2013.

SOUZA, T. M.; LIMA, A. P. **PRONAF B e suas contribuições para a melhoria das condições de vida no Nordeste brasileiro**. Salvador: Ed. UFBA, 2022.

STAMM, C.; AVELAR, F. M. Agricultura familiar: efeitos do PRONAF na região Oeste do Paraná. **Geosul**, Florianópolis, v. 34, n. 72, p. 359-394, mai./ago. 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/1982-5153.2019v34n72p359>. Acesso em: 10 maio 2025.

TORRES, R.; BENDER FILHO, R. B.; PEREIRA, M. M. Efeitos do crédito rural para o estado do Rio Grande do Sul no período de 2013 a 2019. **Revista Gestão e Desenvolvimento**, Novo Hamburgo, v. 19, n. 2, p. 28-48, 2022. Disponível em: <https://periodicos.feevale.br/seer/index.php/revistagestaoedesenvolvimento/article/view/2939>. Acesso em: 1 out. 2024.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE – (USDA). **Production, Supply and Distribution (PSD) on-line**. 2023. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/advQuery>. Acesso em: 10 jun. 2025.

VEIGA, J. E. **O desenvolvimento agrícola**: uma visão histórica. 2. ed. São Paulo: EDUSP, 2007.

VIEIRA FILHO, J. E. R. **A Cadeia produtiva de soja e o desenvolvimento econômico e regional no Brasil**. Rio de Janeiro: Ipea, 2024.

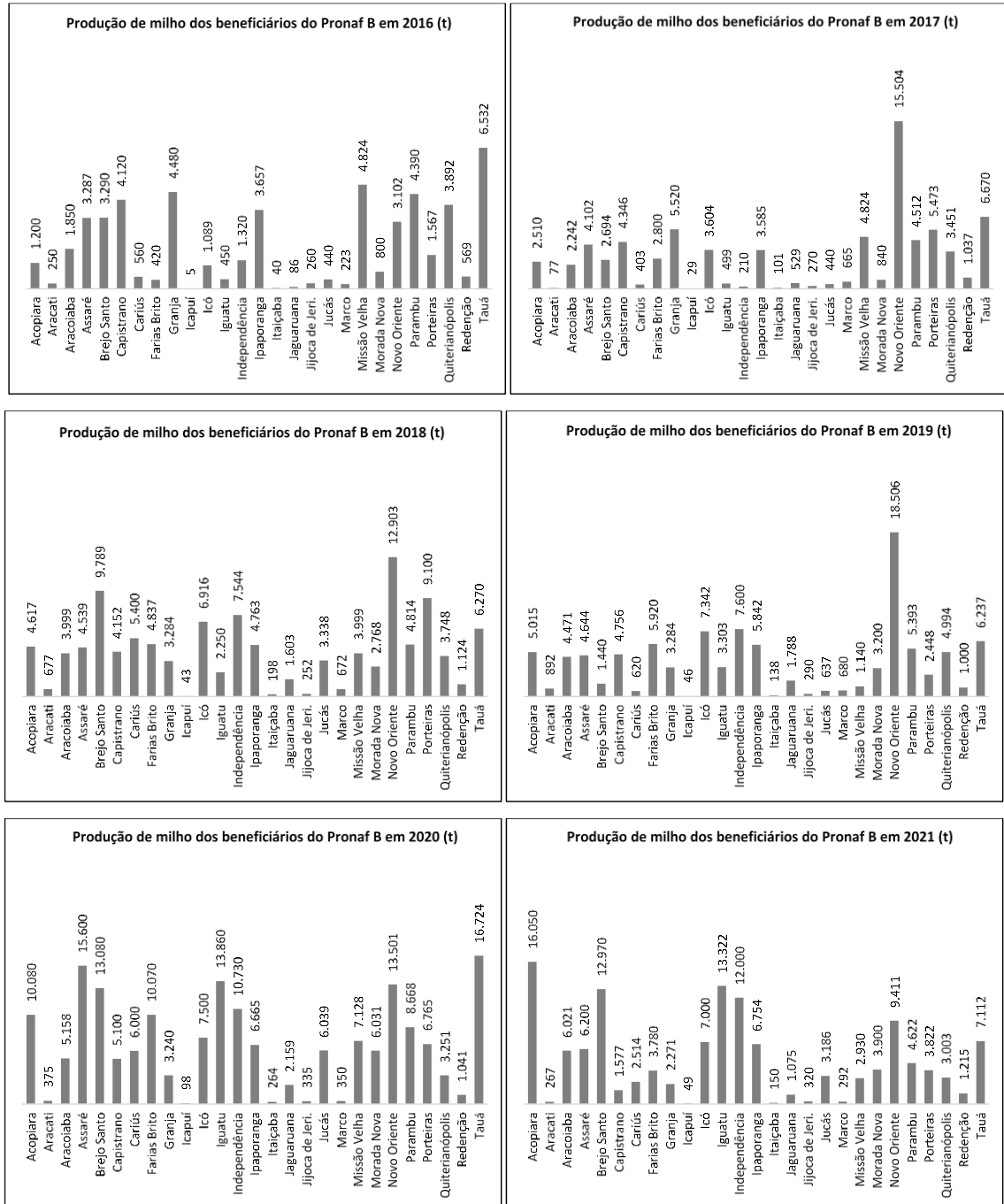
WESZ JUNIOR, V. J. Política pública de agroindustrialização na agricultura familiar: uma análise do Pronaf-agroindústria. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 48, n. 4, p. 567–596, out. 2010.

WESZ JUNIOR, V. J.; BUENO, V. N. A produção de soja em pequenas propriedades familiares na Região das Missões/RS. *In*: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 46, 2008, Rio Branco. **Anais** [...]. Rio Branco: SOBER, 2008. p. 1-18.

WOOLDRIDGE, J. M. **Introdução à econometria**: uma abordagem moderna. São Paulo: Thomson Learning, 2007.

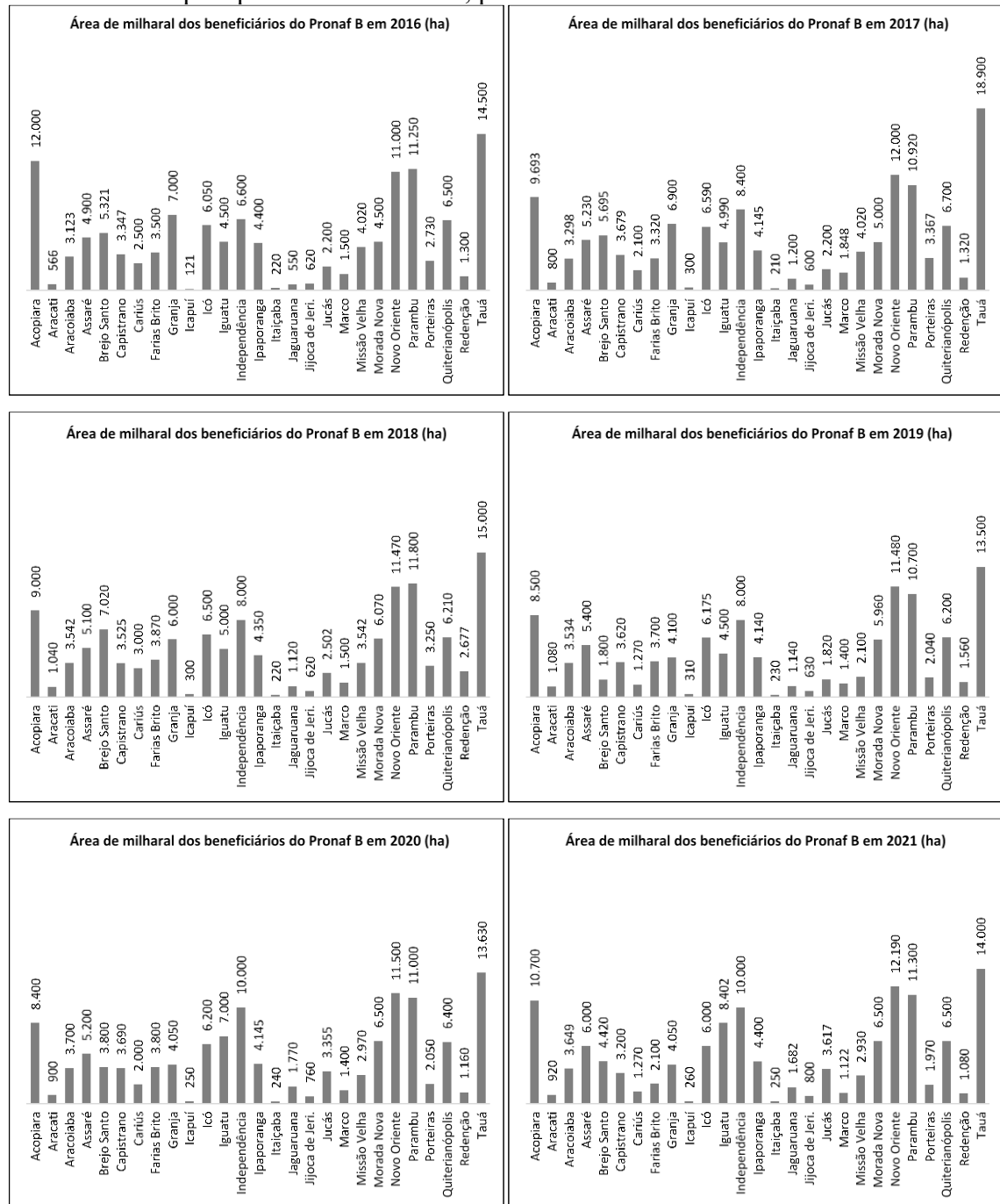
APÊNDICE A – RESULTADOS DO PVAR

Figura A.1 – Evolução da produção de milho dos beneficiários do Pronaf B nos 27 maiores municípios produtores do Ceará, período 2016 – 2021



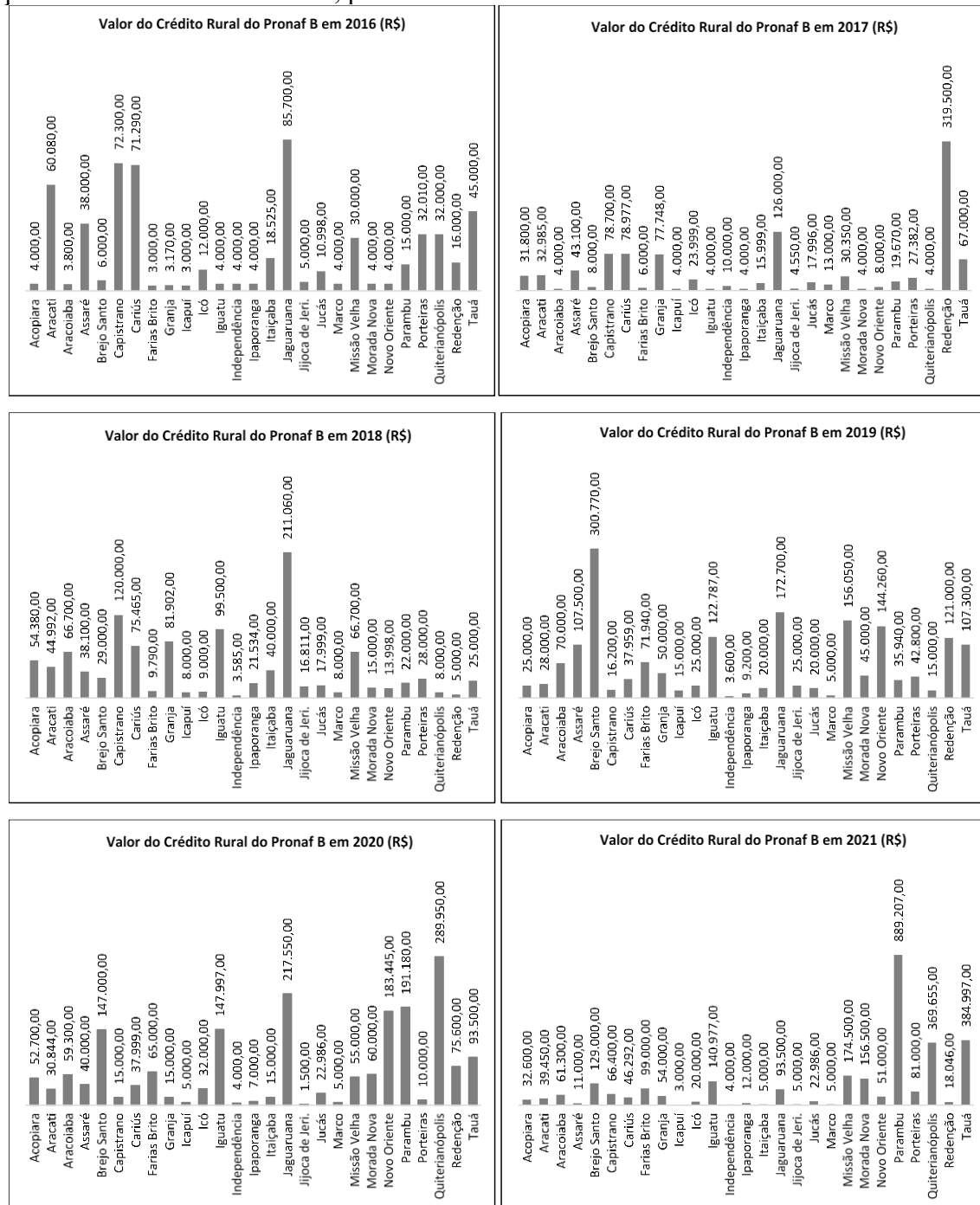
Fonte: Elaborada pela autora.

Figura A.2 – Evolução da área plantada de milho dos beneficiários do Pronaf B nos 27 maiores municípios produtores do Ceará, período 2016 – 2021



Fonte: Elaborada pela autora.

Figura A.3 – Evolução do valor do crédito do Pronaf B nos 27 maiores municípios produtores de milho do Ceará, período 2016 – 2021



Fonte: Elaborada pela autora.