

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

ANALYSIS OF THE IMPACTS OF PRONAF B ON CORN PLANTED AREA AND PRODUCTION IN CEARÁ

Grupo de Trabalho (GT): GT01. Mercados agrícolas e comércio exterior

Kamille Sousa de Oliveira
Mestranda no PPGER/UFC
kamillesousa@alu.ufc.br

Francisco José Silva Tabosa
Professor PPGER/UFC
franzetabosa@ufc.br

Daniel Arruda Coronel
Professor PPGED/UFSM
daniel.coronel@uol.com.br

Vitor Hugo miro Couto Silva
Professor PPGER/UFC
Vitormiro@ufc.br

Resumo

O objetivo deste trabalho foi o de analisar o impacto do crédito rural do Pronaf B na área plantada e produção de milho em 27 municípios do Ceará entre 2016 e 2021, através do modelo de Vetores Autorregressivos para dados em painel (PVAR). Os resultados mostraram que o Pronaf B teve um impacto positivo e gradual na produção de milho ao longo do tempo, como evidenciado pelas funções impulso-resposta, que indicaram crescimento contínuo na produção após choques positivos no crédito rural. No entanto, os efeitos contemporâneos revelaram uma relação negativa de curto prazo entre o crédito rural e a produção, sugerindo uma reorganização inicial dos recursos pelos agricultores. Da mesma forma, a área plantada também apresentou uma resposta positiva e gradual ao longo do tempo, apesar de uma correlação negativa inicial. Esses resultados demonstram a importância do Pronaf B no fortalecimento da agricultura familiar e no aumento da produção de milho nos municípios estudados.

Palavras-chave: Crédito rural; Pronaf B; Agricultura familiar; PVAR.

Abstract

The aim of this study was to analyze the impact of Pronaf B rural credit on corn planted area and production in 27 municipalities in Ceará between 2016 and 2021, using the Panel Vector Autoregressive (PVAR) model. The results showed that Pronaf B had a positive and gradual impact on corn production over time, as evidenced by the impulse-response functions, which indicated continuous growth in production after positive shocks in rural credit. However, the contemporaneous effects revealed a negative short-term relationship between rural credit and production, suggesting an initial reorganization of resources by farmers. Similarly, planted area also showed a positive and gradual response over time, despite an initial negative correlation. These results demonstrate the importance of Pronaf B in strengthening family farming and increasing corn production in the municipalities studied.

Keywords: Rural credit; Pronaf B; Family farming; PVAR.

1. Introdução

A agricultura brasileira vem apresentando um forte desempenho econômico, contribuindo significativamente para o crescimento do produto interno bruto (PIB) e para o aumento das exportações do país (Grisa; Schneider, 2015). Pedrosa *et al.* (2024) destacam a produção de grãos como um dos pilares do agronegócio brasileiro e um fator crucial para a economia nacional. O milho, a soja e o arroz respondem por aproximadamente 91% da produção

de grãos do país Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2024).

O Brasil é o terceiro maior produtor e o segundo maior exportador mundial de milho, um dos cereais mais cultivados globalmente. Após a queda do mercado interno em 2023, houve uma recuperação parcial, permitindo a ampliação da área plantada e da produção entre os grandes produtores. A valorização dos preços externos e do dólar impulsionaram os preços internos, mas a safra 2024/25 ainda enfrenta incertezas devido às mudanças climáticas, aos conflitos internacionais e às diretrizes da política externa do novo governo Trump nos EUA. Mesmo diante de desafios climáticos e da baixa rentabilidade do milho em relação a outras culturas, como o algodão, essa deve ser a segunda maior safra da história. A maior produção concentra-se no Centro-Oeste, onde Mato Grosso se destaca, respondendo por 71% do milho da região e 42% da produção nacional, superando individualmente todas as demais regiões do país (Coelho, 2024; COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, CONAB, 2024a).

No entanto, o setor agropecuário é uma atividade complexa e vulnerável a diversos fatores de risco. Aspectos climáticos, a intensidade do papel intervencionista do Estado, oscilações macroeconômicas, entre outros, estão entre as principais causas de risco associadas a esse segmento da economia. Dentro desse conjunto de fatores, encontram-se os produtores, indústrias, atacadistas, varejistas e consumidores finais, todos na condição de demandantes desses produtos (Harzer *et al.*, 2012).

Buainain *et al.* (2014) destacam a importância das políticas públicas, especialmente as do crédito rural e do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), para mitigar os diversos fatores de riscos no setor agropecuário e para fortalecer o desenvolvimento da agricultura no Brasil. O crédito rural facilita o acesso a recursos financeiros, promovendo a modernização, o aumento da produtividade e a redução da vulnerabilidade dos agricultores. O Pronaf, em particular, desempenha um papel essencial ao oferecer condições acessíveis para pequenos produtores, promovendo a inclusão social, a sustentabilidade e a geração de renda.

Na região nordestina, a agricultura de subsistência (principalmente o milho) é, de modo geral, a atividade econômica mais relevante, sendo a disponibilidade de água o principal obstáculo para a produção agrícola. A região abrange uma grande diversidade de sistemas agrícolas, resultantes de variações nos solos, topografias e padrões de chuva, o que contribui para os fatores de risco inerentes ao setor (Antonino *et al.*, 2000).

No Nordeste, a Bahia lidera a produção de milho tanto em volume produzido quanto em área cultivada, seguida por Maranhão, Piauí, Sergipe e Ceará. Já em termos de produtividade, Sergipe ocupa a primeira posição, seguido por Maranhão, Bahia, Piauí, Alagoas, Pernambuco e Ceará. Essa variação na produtividade reflete as diferenças climáticas e estruturais entre os estados da região. Enquanto o milho se mantém como uma cultura essencial para o agronegócio nacional, a distribuição da produção pelo território brasileiro demonstra a importância do cereal para diferentes realidades produtivas, desde os grandes polos do Centro-Oeste até os estados do Nordeste, onde a cultura se adapta às condições locais e desempenha um papel relevante na economia regional (Coelho, 2024).

Moura e Paiva (2019) destacam que a agricultura no Ceará enfrenta grandes obstáculos devido a fatores climáticos e de infraestrutura, especialmente para culturas de subsistência. A irregularidade das chuvas no semiárido impõe um dos maiores desafios à produção, agravado pela infraestrutura limitada, com acesso restrito a tecnologias e irrigação. Estradas precárias e dificuldades de armazenamento e transporte também prejudicam a competitividade e lucratividade dos pequenos agricultores. O milho, importante na produção local e cultivado em pequenas propriedades familiares, depende das chuvas para melhores resultados, mas sua produtividade segue limitada pela falta de tecnologias modernas e acesso ao crédito.

As políticas públicas desempenham um papel crucial no avanço da agricultura no Brasil, especialmente para os pequenos agricultores e a agricultura familiar (Costa; Vieira Filho, 2018). O Pronaf, com destaque para a linha de crédito Pronaf B, é amplamente reconhecido como uma política fundamental para o fortalecimento da agricultura familiar, em particular no Ceará, onde os pequenos produtores enfrentam limitações de recursos e desafios climáticos severos.

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; Vidal; Maciel; Oliveira, 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 segurança alimentar e o desenvolvimento econômico

das famílias rurais (Oliveira; Lima; Casimiro Filho; Martins, 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 a melhoria das condições 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 produção de milho nos 27 municípios que são 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 produção de milho nos 27 maiores municípios produtores do Ceará, entre 2016 e 2021, avaliando os efeitos dos choques no financiamento rural em relação a 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.

O presente estudo está estruturado em quatro seções, além desta introdução. A segunda aborda a fundamentação teórica utilizada na pesquisa, a seção é dedicada à metodologia. Na quarta, são expostos os resultados e realizadas as discussões. Por fim, na quinta apresenta as conclusões do estudo.

2. Revisão de literatura

2.1. O Pronaf e suas condicionantes

O setor agropecuário é essencial para a economia brasileira, contribuindo com cerca de 20% do PIB do país. No Nordeste, especialmente nas regiões semiáridas, a agricultura familiar e a pecuária são fundamentais para a geração de emprego e renda. O crédito rural tem desempenhado um papel central no desenvolvimento desse setor, permitindo a adoção de tecnologias adaptadas às condições adversas da região e promovendo a resiliência das atividades agrícolas. Esse tipo de financiamento tem impulsionado a produtividade e o desenvolvimento sustentável, sendo uma ferramenta crucial para o crescimento econômico no Nordeste (Lopes *et al.*, 2016; Castro; Freitas, 2021).

Até a década de 1990, não havia políticas públicas específicas para a agricultura familiar no Brasil, e esse grupo de produtores enfrentava dificuldades no acesso ao crédito, pois eram tratados como miniprodutores e submetidos 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).

Em 1994, um estudo da Food and Agriculture Organization (FAO) e do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra) ressaltou a importância da agricultura familiar para o desenvolvimento brasileiro, acarretando na criação do Programa de Valorização da Pequena Produção Rural (Provap). Esse programa foi reformulado em 1996, dando origem ao Pronaf - Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar, uma política pública que inseriu a agricultura familiar na agenda nacional e se tornou fundamental para viabilizar investimentos, aumentar a renda e melhorar as condições de vida dos agricultores familiares (Abramovay, 1998; Belik, 2000; Schneider; Cazella; Mattei, 2004; Mattei, 2006; ; Veiga, 2007).

O Pronaf atua em quatro áreas principais: 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. Essas ações visam melhorar a produtividade e fortalecer os pequenos produtores (Carvalho, 2020; Schneider; Mattei; Cazella, 2021).

Para serem elegíveis ao programa, os agricultores devem comprovar, através da Declaração de Aptidão ao

Pronaf (DAP) ativa ou um documento válido do Cadastro Nacional da Agricultura Familiar do Pronaf (CAF-Pronaf), observado o que segue nas Resoluções n.º 4.889 e n.º 5.024 do Conselho Monetário Nacional, e que a maior parte de sua renda provém de atividades agrícolas e que residem na propriedade ou em local próximo (BRASIL; CONSELHO MONETÁRIO NACIONAL, CMN, 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 perfis diversificados de agricultores por meio de diversas linhas de crédito (Schneider; Mattei; Cazella, 2021). No cenário atual, as divisões do Pronaf abrangem uma ampla gama de finalidades, com linhas de crédito específicas voltadas para diferentes perfis de agricultores (BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL, BNDES, 2024). 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; e

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, engloba os agricultores mais vulneráveis da agricultura brasileira. Em razão disso, são oferecidas a esses produtores linhas especiais de microcrédito, como o Agroamigo, do Banco do Nordeste (BNB). Isso ocorre porque os agricultores do Pronaf B, sendo os mais empobrecidos, enfrentam maiores dificuldades de acesso a crédito e recursos para financiar sua produção.

O Pronaf B é uma linha de crédito direcionada a agricultores familiares de baixa renda, oferecendo condições mais acessíveis em comparação com outras modalidades. Esse crédito tem sido essencial para aumentar a produtividade e a renda, especialmente no Nordeste, onde a inclusão financeira é fundamental para a redução da pobreza. O programa facilita a aquisição de insumos, equipamentos e tecnologias, promovendo o desenvolvimento econômico local e melhorando as condições de vida nas zonas rurais (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 Pronaf B 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, Ciríaco (2022) e Castro (2024) e Silva 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. Estudos empíricos

A literatura sobre o Pronaf B apresenta uma variedade de interpretações científicas, sendo sua importância destacada em vários estudos. Esses trabalhos incluem teses, dissertações, artigos e relatórios de pesquisa, demonstrando os impactos do Pronaf B no contexto rural brasileiro. Com relação aos estudos utilizados nesse trabalho, acerca do tema, a Figura 1 apresenta as bases empíricas:

Figura 1 – Estudos Empíricos sobre o Pronaf B

Região do Estudo	Método Utilizado	Principais Resultados	Referência
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.	Mattei (2005)
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.	Sousa, Monte e Paula (2013)
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.	Carvalho (2020)
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.	Alves <i>et al.</i> (2021)
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, comprometem a capacidade produtiva e a autonomia econômica dos agricultores familiares do Pronaf B no Nordeste.	Araújo, Sampaio e Lima (2024)

Fonte: Elaborado pelos autores.

Por meio da análise da Figura 1, é possível verificar que o Pronaf B é essencial para a agricultura familiar em regiões vulneráveis, como o semiárido nordestino, mas enfrenta desafios como o acesso limitado ao crédito e assistência técnica. Para aumentar sua eficácia, é necessário integrá-lo a políticas sociais e fortalecer as associações comunitárias, os mercados locais e a adoção de práticas agrícolas sustentáveis, promovendo o desenvolvimento rural e reduzindo as desigualdades socioeconômicas, especialmente no Nordeste.

2.3. A produção de milho no Ceará

O semiárido brasileiro, abrangendo os nove estados do Nordeste e parte de Minas Gerais, corresponde a 12% do território nacional e abriga cerca de 28 milhões de pessoas. Caracterizado por chuvas irregulares e altas taxas de evapotranspiração, a região enfrenta escassez hídrica constante. Embora as chuvas torrenciais renovem os recursos hídricos, o clima semiárido, aliado às mudanças climáticas, torna o ambiente vulnerável, exigindo tanto monitoramento científico quanto o uso de saberes populares para mitigar os desafios (INSTITUTO NACIONAL DO SEMIÁRIDO, INSA, 2024).

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 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 adofoclimáticas 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 pelo Sul, Sudeste, Nordeste e Norte (BRASIL, 2024).

No Nordeste, a Bahia lidera a produção de milho tanto em volume produzido quanto em área cultivada, seguida por Maranhão, Piauí, Sergipe e Ceará. Em produtividade, Sergipe ocupa a primeira posição, seguido por

Maranhão, Bahia, Piauí, Alagoas, Pernambuco e Ceará. Essas variações refletem as condições climáticas e estruturais da região, que influenciam o rendimento das lavouras (Coelho, 2024).

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 assegura acesso a crédito e tecnologias para os agricultores familiares, promovendo maior produtividade e profissionalização no semiárido (CONAB, 2024b; Banco do Nordeste, BNB, 2022).

A irregularidade das chuvas afeta diretamente a agricultura no semiárido, especialmente culturas de sequeiro como milho, feijão e mandioca. A produtividade dessas culturas é significativamente reduzida em anos de seca, como evidenciado por Lemos *et al.* (2020) e confirmado por Salviano, Lemos e Martins (2023). Políticas agrícolas que aumentem a resiliência dos agricultores são recomendadas para mitigar esses impactos.

Ainda nesta 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.

Neste sentido, apesar da instabilidade climática, a produção de milho no Ceará permanece relevante economicamente, sobretudo para a agricultura familiar. O estado enfrenta desafios relacionados à irregularidade das chuvas e à vulnerabilidade do semiárido, mas programas como o Pronaf, em especial o Grupo B, têm sido fundamentais para melhorar a eficiência produtiva. A adoção de práticas agrícolas adaptativas e de variedades resistentes à seca é crucial para garantir a sustentabilidade da produção de milho, consolidando-o como uma cultura chave para o desenvolvimento agrícola do Ceará.

3. Metodologia

3.1. Base de dados

Os dados utilizados neste trabalho referem-se ao crédito do Pronaf B¹, à produção e à área agrícola destinados à produção de milho nos 27 maiores municípios produtores do Ceará², no período de 2016 a 2021. A escolha do Ceará para este estudo se deve 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 revela 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.

As informações sobre crédito foram obtidas através da Matriz de Crédito Rural (MDCR) do Banco Central (BACEN), enquanto os dados da área plantada e da produção foram obtidos através da produção agrícola municipal (PAM) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). O Quadro 1 apresenta a descrição das variáveis utilizadas no modelo, suas respectivas mensurações e fontes.

Quadro 1 – Variáveis utilizadas no modelo

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, Porteiras, Quiterianópolis, Redenção e Tauá.

Variável	Descrição	Fonte
Crédito rural	Valor total de crédito rural, especificamente do Pronaf B, a preços de 2016 a 2021 por município em reais.	BACEN, 2021
Área plantada	Área plantada de milho por município em hectares.	IBGE, 2022
Produção	Quantidade de milho produzido por município em toneladas.	

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na seção seguinte detalha-se os procedimentos utilizados.

3.2. Método de análise

Para analisar 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 de PVAR.

Este modelo apresenta a mesma estrutura do VAR tradicional, no qual as variáveis são interdependentes e endógenas. A escolha desse método se justifica pelo fato de que, em outros modelos econométricos, há uma distinção entre variáveis endógenas e exógenas, que muitas vezes é considerada arbitrária. No entanto, o VAR em painel adota uma abordagem diferente, tratando todas as variáveis como endógenas, o que reduz a possibilidade de impor restrições inadequadas ao modelo (Bondar, 2010; Maia, 2011).

Além disso, outro motivo para escolha desse método de Vetores Autorregressivos com Painel (PVAR) está na 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 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, será estimado o seguinte modelo:

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

O índice i é genérico, representando os 27 municípios do Ceará. 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; Ciccarelli, 2013).

Nos modelos de dados em painel, é essencial considerar a heterogeneidade não observada dos municípios do Ceará. Neste sentido, utiliza-se o estimador de efeitos fixos, que pressupõe homogeneidade nas observações, com coeficientes idênticos para todos os indivíduos, exceto para os parâmetros independentes (Wooldridge, 2007). Assim, foi aplicado o estimador de efeitos fixos de mínimos quadrados para dados em painel, onde o efeito individual é heterocedástico e distribuído de forma dependente. A identificação do modelo foi feita através do ordenamento recursivo, conforme os estudos 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. Assim, a interpretação dessas funções revela como um choque em determinada variável do modelo afeta as demais variáveis.

Os intervalos de confiança para as funções impulso-resposta foram determinados utilizando o método de *bootstrap* proposto por Hall (1992).

Antes da estimação do modelo PVAR, é fundamental verificar a presença de raiz unitária nas séries observadas. Para essa finalidade, foi escolhido o teste proposto por Harris e Tzavalis (1999), já que a amostra utilizada possui um tempo (T) reduzido, referente ao período de 2016 a 2021, com um total de 6 anos. Os autores desenvolveram um teste de raiz unitária que ajusta a dimensão temporal de T. Caso esse ajuste não fosse realizado, as propriedades assintóticas seriam determinadas com base na suposição de que T tende ao infinito, o que poderia resultar em conclusões equivocadas. O teste adota como hipótese nula a presença de raiz unitária, e como hipótese alternativa a ausência dessa raiz.

Além disso, para verificar a direção e a intensidade da causalidade entre as variáveis foi utilizado o teste de causalidade de Granger, proposto por Juodis, Karavias e Sarafidis (2021), que analisa a relação causal entre variáveis ao longo do tempo, considerando a heterogeneidade entre unidades do painel e permitindo inferências mais robustas em comparação com testes tradicionais. Desta maneira, o teste avalia se os valores passados de uma variável X contribuem para prever os valores futuros de Y. Se essa relação for identificada, considera-se que X exerce uma causalidade de Granger sobre Y.

4. Análise e discussão dos resultados

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 de milho 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.

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

Já em relação a 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 no 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. Isso pode ser atribuído a diversos fatores, como a instabilidade climática da região, especialmente os longos períodos de seca, influenciando 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, restrições logísticas e 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 teve uma evolução expressiva no período de 2016 a 2021. Em 2016, a produção total foi de cerca de 52 mil toneladas, e apresentou um crescimento significativo ao longo dos anos. Esse crescimento culminou em 2020, com uma produção de aproximadamente 179 mil toneladas, antes de uma leve queda para aproximadamente 131 mil toneladas, em 2021. A produção mais elevada em 2020 pode estar associada ao aumento do crédito e a melhorias em produtividade, enquanto a ligeira redução em 2021 indica uma possível oscilação nas condições de cultivo (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, crescendo levemente 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 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	3960,3	97,7	5	18.506
Área plantada (hectares)	4.694,70	3.786,10	80,6	121	18.900
Crédito rural (R\$)	58.290,81	95.456,63	163,76	1.500,00	889.207,00

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na seção seguinte faz-se a análise dos Vetores Autorregressivos para dados em painel.

4.2. Avaliação do PVAR

Antes de estimar o PVAR, é preciso verificar se as séries temporais são estacionárias. Para isso, 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

Séries	I (d) ¹	Estatística	z	p-valor
Produção	I (0)	0,2125	-4,4202	0,0000
Área plantada	I (0)	0,1433	-5,2715	0,0000
Crédito rural	I (0)	0,3510	-2,7138	0,0033

Fonte: Elaborado pelos autores.

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, afim de analisar a direção e 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.

Tabela 3 – Resultados do Teste de Causalidade de Granger

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

Fonte: Elaborado pelos autores.

Nota: H_0 : X não Granger-causa Y. H_1 : 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 (Calvacanti, 2008; Sial, Awan e 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 o efeito contemporâneo (ou coeficientes estruturais) do sistema, ou seja, os efeitos iniciais do modelo. Observa-se que o efeito contemporâneo da produção em relação à área plantada apresentou um sinal positivo de 0,2760. Isso indica uma relação positiva entre o tamanho da área plantada e a quantidade produzida de milho. Esse resultado corrobora os estudos desenvolvidos por Mattei (2005). O valor do coeficiente indica que, no primeiro momento, um aumento de 1% na área plantada gera um aumento de 0,27% na quantidade produzida de milho.

No que tange aos efeitos contemporâneos da produção em função do crédito rural do Pronaf B, o coeficiente foi de -0,2935, indicando uma relação negativa entre a produção e o crédito. O coeficiente mostra que, no primeiro momento, um aumento de 1% no crédito rural do Pronaf B resulta em uma redução de 0,29% na quantidade de milho produzido. Esse resultado está alinhado com os estudos de Araújo e Vieira Filho (2018) e Torres, Filho e Pereira (2022).

Esse alinhamento ocorre porque, assim como no estudo de Araújo e Vieira Filho (2018), os efeitos iniciais do crédito rural sobre a produção agrícola apresentam uma tendência negativa, sugerindo que os recursos do Pronaf B podem não estar sendo empregados de maneira eficiente para aumentar a produtividade no curto prazo. Além disso, o estudo de Torres, Filho e Pereira (2022) reforçam essa análise ao indicar que o crédito rural teve um impacto reduzido na produtividade agrícola no Rio Grande do Sul entre 2013 e 2019, em grande parte devido à sua utilização prioritária para custeio da safra, em vez de investimentos estruturais de longo prazo. Esse fator também pode estar presente no contexto analisado, evidenciando que o crédito rural, apesar de fundamental, pode não gerar um aumento imediato na produção quando não é direcionado para melhorias estruturais e tecnológicas que impulsionem a produtividade.

Por fim, o efeito contemporâneo entre a área plantada e o crédito rural foi de -1,1017, indicando uma relação negativa, na qual um aumento no crédito rural provoca uma redução de 1,10% na área plantada. Esses resultados corroboram com o estudo de Costa e Vieira Filho (2018). Esse alinhamento ocorre porque, assim como no estudo de Costa e Vieira Filho (2018), o impacto inicial do crédito rural sobre a área plantada se mostrou negativo, sugerindo que os recursos disponibilizados não foram utilizados para expansão da terra cultivada.

No estudo de Costa e Vieira Filho (2018), os resultados indicam que o crédito rural pode estar sendo empregado para otimizar a produção nas áreas já estabelecidas, seja por meio da intensificação do uso de insumos, mecanização ou melhorias tecnológicas, em vez de promover a ampliação da área plantada. Esse mesmo efeito pode estar presente no contexto analisado, onde os produtores, ao acessarem o crédito, priorizam o aumento da eficiência produtiva dentro dos limites da terra disponível, ao invés de expandir a área de cultivo. Dessa forma, os resultados obtidos reforçam a hipótese de que o crédito rural, dependendo de sua destinação, pode impactar a estrutura produtiva sem necessariamente levar a um aumento da área cultivada.

Tabela 4 – Efeitos Contemporâneos.

	Produção	Área plantada	Crédito rural
Produção	1	0	0
Área plantada	0,2760	1	0

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.

Crédito rural	-0,2935	-1,1017	1
---------------	---------	---------	---

Fonte: Elaborado pelos autores.

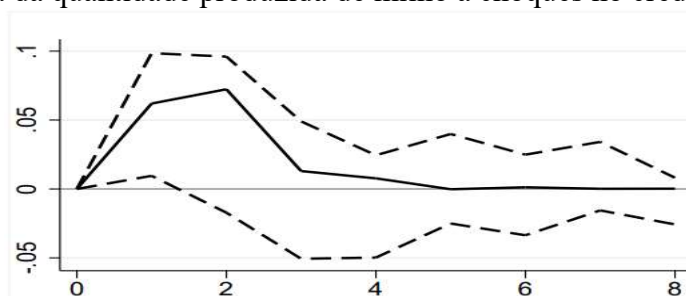
Após a análise dos efeitos contemporâneos, foram estimadas as funções impulso-resposta (IRF) para obter os impactos dos choques do crédito rural do Pronaf B na produção e na área plantada de milho no Ceará. As Figuras 2 e 3 apresentam as respostas da produção e da área plantada de milho, respectivamente, relacionadas a choques no crédito rural, para os 27 maiores municípios produtores do Ceará, ao longo de seis anos. Esses choques são de uma (1) unidade, já que o modelo não é logaritimizado.

Observa-se que, na Figura 2, 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, indicando 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 investir 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. Isso 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 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 2 – Resposta da quantidade produzida de milho a choques no crédito rural do Pronaf B.



Fonte: Elaborado pelos autores.

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

A Figura 3 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, e indicando 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, sugerindo que, no curto prazo, um aumento no crédito rural pode estar associado a uma redução imediata na área plantada.

Essa discrepância pode ser explicada por ajustes estratégicos de curto prazo que os produtores fazem ao receber o crédito. Inicialmente, os agricultores podem destinar o crédito para outras atividades, como a compra de insumos ou a modernização das técnicas agrícolas, resultando em uma utilização temporariamente menor da área plantada naquele mesmo ano. Esse comportamento inicial reflete uma reorganização dos recursos financeiros, que não necessariamente se traduz em aumento imediato da área de cultivo, mas em preparação para uma expansão futura.

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. Isso evidencia a natureza dinâmica do

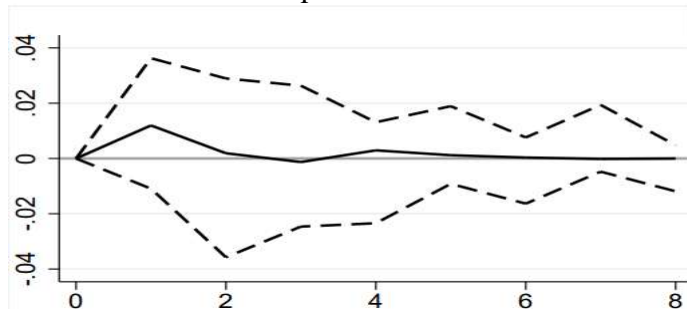
crédito rural, onde os benefícios de longo prazo superam as possíveis retrações iniciais observadas nos efeitos contemporâneos.

O aumento na área plantada após o choque no crédito também pode ser atribuído à maior confiança dos agricultores em expandir suas atividades à medida que têm acesso a financiamento, melhorando a infraestrutura agrícola e adquirindo equipamentos ou fertilizantes. Esses resultados corroboram os estudos de Araújo e Vieira Filho (2018), Costa e Vieira Filho (2018) e Torres, Filho e Pereira (2022). Esse alinhamento ocorre porque os estudos em questão 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 à medida 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 no 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, 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.

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

Figura 3 – Resposta da área plantada de milho a choques no crédito rural do Pronaf B



Fonte: Elaborado pelos autores.

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

5. Conclusões

Este estudo analisou o impacto do crédito do Pronaf B na área plantada e produção de milho no Ceará, através do modelo de Vetores Autorregressivos para dados em painel (PVAR). Com base nos resultados encontrados, verificou-se que o crédito rural do Pronaf B Granger-cause a produção e a área plantada de milho, contudo a produção e a área plantada de milho não apresentam causalidade 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 pode introduzir vieses na análise dos impactos do crédito.

Futuros estudos podem ampliar o horizonte temporal da análise, incorporando dados de períodos mais longos e integrando variáveis climáticas, que são fundamentais para captar as condições ambientais que afetam a produção agrícola. Pesquisas adicionais também podem explorar indicadores estruturais, como a infraestrutura rural e a assistência técnica, possibilitando uma análise mais robusta dos impactos do Pronaf B e oferecendo uma visão mais completa dos mecanismos que influenciam a produção de milho.

Diante do exposto, para melhorar o acesso e o impacto do Pronaf B, recomenda-se a implementação de políticas que fortaleçam a infraestrutura no meio rural, oferecendo melhores estradas e instalações de armazenamento, além de capacitar os agricultores em práticas modernas. Deve-se também intensificar estudos que visem a diversificação das opções de crédito e a implementação de seguros agrícolas, assim como um monitoramento contínuo do programa e a promoção de inovações tecnológicas adaptadas à região.

Portanto, os resultados apontam que o Pronaf B é fundamental para o crescimento da produção de milho, promovendo o desenvolvimento sustentável da agricultura familiar no estado do Ceará.

Referências

ABRAMOVAY, R. **Paradigmas do capitalismo agrário em questão**. 2.ed. São Paulo/ Campinas: Hucitec/Unicamp, 1998.

ABRIGO, M. R. M.; LOVE, I. Estimation of Panel Vector Autoregression in Stata. **The Stata Journal**, v. 16, n. 3, p. 778–804, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/1536867X1601600314>. Acesso em: 29 mar. 2025.

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. **Revista GeoNordeste**, [S. l.], v. 3, p. 165-184, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufs.br/geonordeste/article/view/9575/10259>. Acesso em: 19 set. 2024.

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. **Revista 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.

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.

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.; 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.

Banco Central do Brasil – BACEN (2021). **Matriz de Crédito Rural**. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/micrrural>. Acesso em: 16 maio 2024.

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

BELTRAME, G.; PEREIRA, B. A. D. Impactos Socioeconômicos Ocasionados pelo PRONAF para o Desenvolvimento da Agricultura Familiar. **Desenvolvimento em Questão**, 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**. Vol. 35, issue 10, October 2012, p. 1277-1290.

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**, v. 117, n. 4, p. 1329-1368, 2002.

BNB – BANCO DO NORDESTE. **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/QGdgGhvxRtMv/content/nordeste-tem-tr%C3%AAs-estados-entre-os-dezmaiores-produtores-nacionais-de-milho/44540. Acesso em: 20 set. 2024.

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

BONDAR, C. **Unificação monetária no Mercosul**: uma aplicação da teoria das áreas monetárias ótimas utilizando a metodologia VAR estrutural. Monografia – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Ciências Econômicas, Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 54 p., 2010. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/28168>. Acesso em: 20 set. 2024.

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

BRASIL. **Desafios e perspectivas**. Texto para Discussão, n. 2223, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília, 2013.

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 Cafeeira - 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. Ministério da Agricultura e Pecuária. **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. técnicos). **O mundo rural no Brasil do século 21: a formação de um novo padrão agrário e agrícola**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 1182 p.

CANOVA, F.; CICCARELLI, M. (2013). Panel Vector Autoregressive Models: A Survey. **ECB Working Paper**, 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**, 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**. 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.

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: v. 9 n. 366, dezembro, 2024. **Caderno Setorial ETENE**, Fortaleza, v. 9, n. 343, 2024. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/revista/cse/article/view/3117>. Acesso em: 2 fev. 2025.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Progresso de Safra. Acompanhamento das Lavouras – 02/12 a 08/12/24**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/progresso-de-safra>. Acesso em: 10 fev. 2025a.

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

COSTA, E. M.; VIEIRA FILHO, J. E. R. Choque de oferta de 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.

FREITAS, F. M.; SILVA, J. L. **Inclusão financeira e competitividade: o impacto do PRONAF B na agricultura familiar do Nordeste**. Fortaleza: Editora UFC, 2021. **Geopauta**, v. 4, n. 3, p. 132-152, 2020.

FREITAS, R. E.; CASTRO, C. N. **O PRONAF no Nordeste**. 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.

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

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

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

HARRIS, R. D. F; TZAVALIS, E. Inference for unit roots in dynamic panels where the time dimension is fixed. **Journal of Econometrics**. 91: 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.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **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.

INSA – INSTITUTO NACIONAL DO SEMIÁRIDO. **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**, v. 60, p. 93–112, 2021.

LEMOS, 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. **Rev. Econ. NE**, Fortaleza, v. 51, suplemento especial, p. 93-112, agosto, 2020.

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

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**, v. 3, p. 13-23, 2014.

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

MOURA, J. E. A.; PAIVA, M. J. G. Dinâmica econômica das principais culturas agrícolas na pauta de produção cearense. **Pymes, Innovación Y Desarrollo**, 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.

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: Editora 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.

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**, [v. 7, pág. 5647– 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 eletrônicos...** Bento Gonçalves: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2013.

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. C.; MARQUES, P. E. M. (Org.). **Políticas públicas e participação social no Brasil rural**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2004.

SCHNEIDER, S.; MATTEI, L. F.; CAZELLA, A. A. Histórico, caracterização e dinâmica recente do Pronaf – Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar. **Revista grifos**, 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**. 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: Editora UFBA, 2017.

SOUSA, J. M. P.; MONTE, F. S. S.; PAULA, L. A. M. (2013). 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**, [S. l.], v. 24, n. 1, p. 153– 176, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/oikos/article/view/3677>. Acesso em: 30 jan. 2025.

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

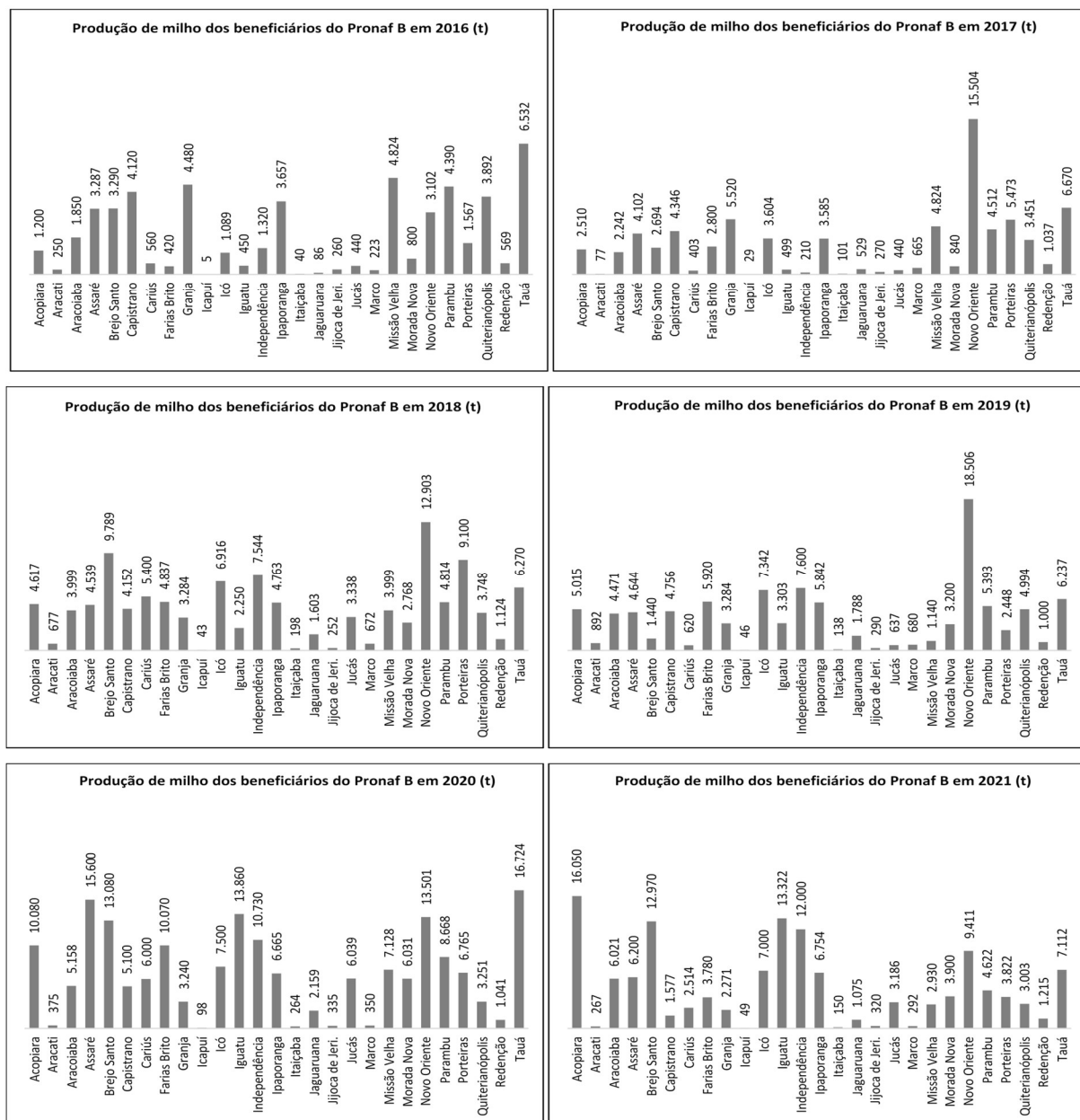
TORRES, R.; FILHO, R. B.; PEREIRA, M. M. EFEITOS DO CRÉDITO RURAL PARA O ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL NO PERÍODO DE 2013 A 2019. **Revista Gestão e Desenvolvimento**, v. 19, n. 2, p. 28–48, 2022. Disponível em: <https://periodicos.feevale.br/seer/index.php/revistagestaoedesenvolvimento/article/view/2939>. Acesso em: 1 out. 2024.

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

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

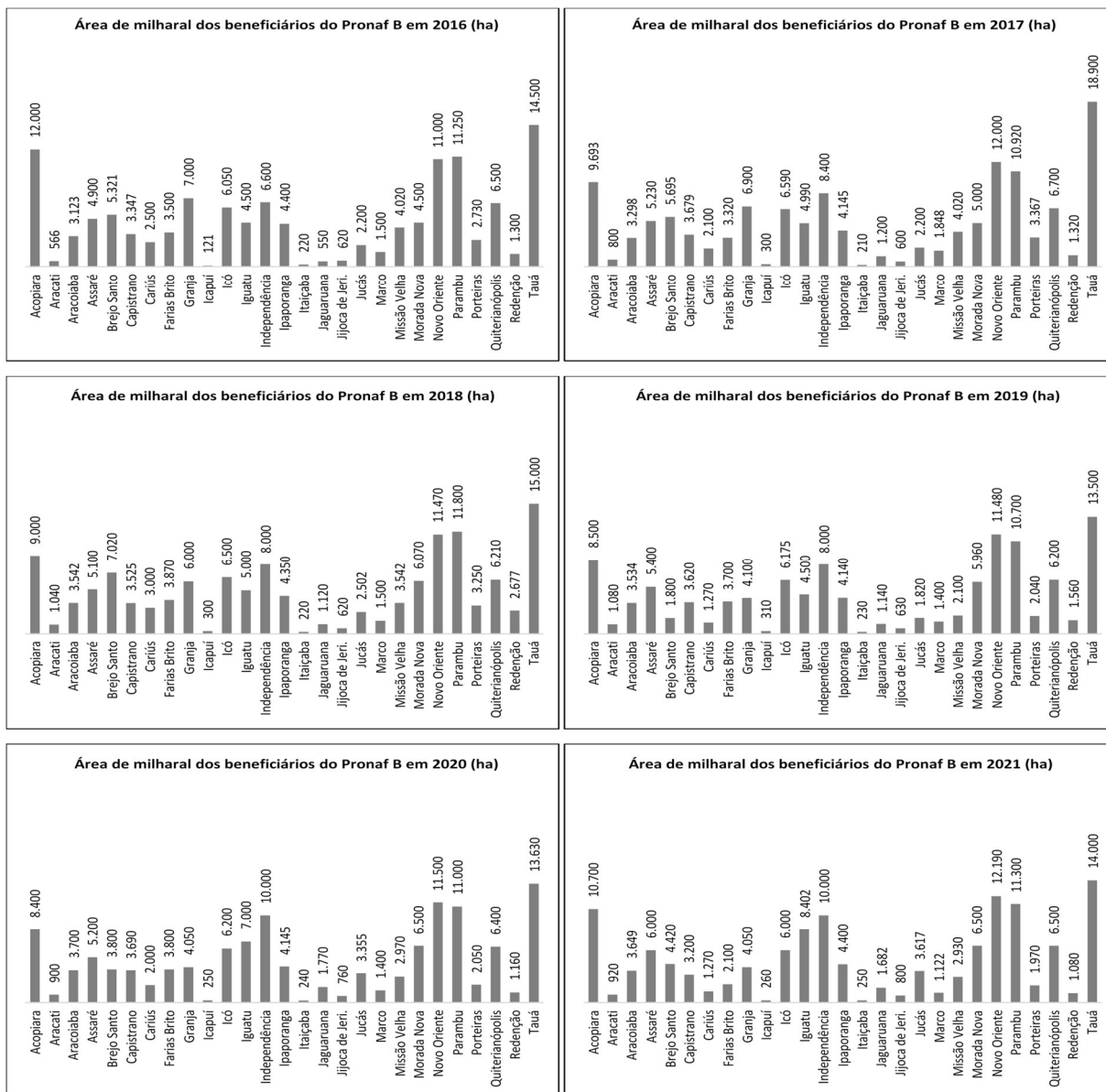
APÊNDICE A

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



Fonte: Elaborado pelos autores.

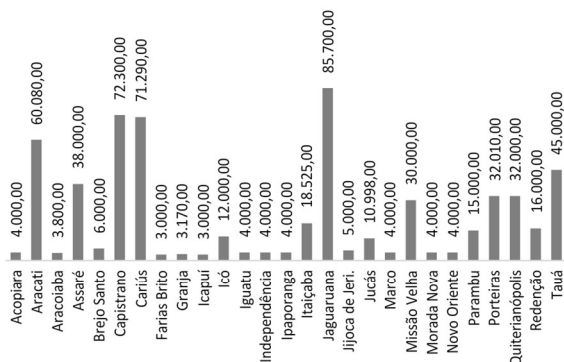
Figura A.2 – Evolução da área plantada de milho dos beneficiários do Pronaf B nos 27 maiores municípios produtores do Ceará, período 2016 – 2021



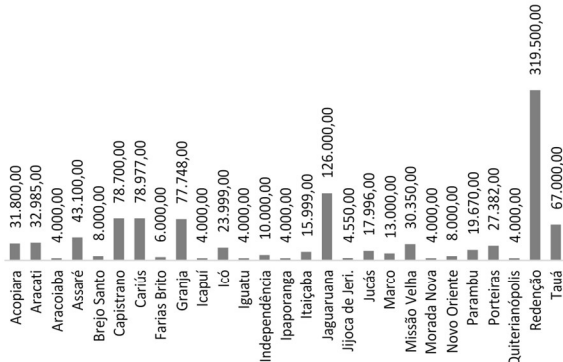
Fonte: Elaborado pelos autores.

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

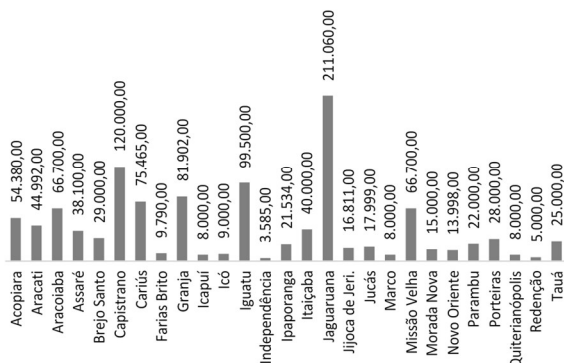
Valor do Crédito Rural do Pronaf B em 2016 (R\$)



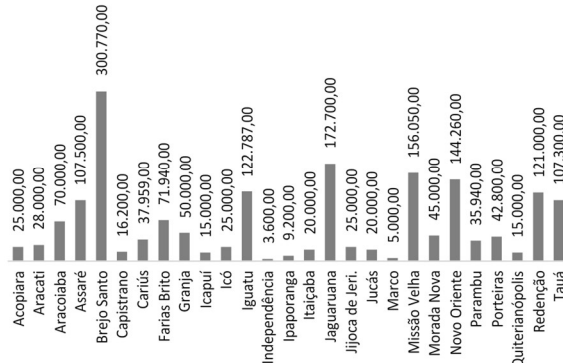
Valor do Crédito Rural do Pronaf B em 2017 (R\$)



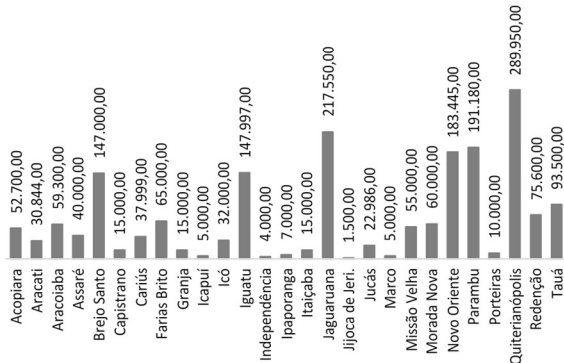
Valor do Crédito Rural do Pronaf B em 2018 (R\$)



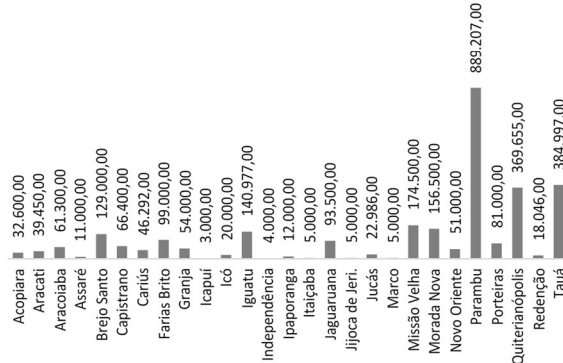
Valor do Crédito Rural do Pronaf B em 2019 (R\$)



Valor do Crédito Rural do Pronaf B em 2020 (R\$)



Valor do Crédito Rural do Pronaf B em 2021 (R\$)



Fonte: Elaborado pelos autores.