

Crédito rural e produção das lavouras temporárias nos distintos cenários do nordeste brasileiro

Rural credit and production of temporary farming in the different scenarios of Northeast Brazil

Thyena Karen Magalhães Dias¹ , Vitor Hugo Miro Couto Silva¹ , Edward Martins Costa¹ 

¹Programa de Pós-graduação em Economia Rural, Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza (CE), Brasil. E-mails: thyena.karen@hotmail.com; vitormiro@gmail.com; edwardcosta@ufc.com

Como citar: Dias, T. K. M., Silva, V. H. M. C., & Costa, E. M. (2023). Crédito rural e produção das lavouras temporárias nos distintos cenários do Nordeste brasileiro. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 61(1), e247380. <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.247380>

Resumo: O crédito rural é o principal instrumento da política de teor agrícola brasileira, amparando e proporcionando aos agricultores mais investimento em suas produções. Quando comparado, porém, às demais, a região Nordeste requer maior atenção e, ademais, essa região também denota heterogeneidade. Assim, este estudo estimou o efeito do crédito rural destinado aos agricultores familiares (Pronaf) sobre a produção total das lavouras temporárias na Região, discriminando nas regiões de clima semiárido e não semiárido, além dos municípios com polos de irrigação e os que não têm. A base de dados foi obtida por intermédio das seguintes fontes: PAM, IBGE, BCB, MDA, INMET e *Global Climate Monitor*; no período de 2012 a 2017, em razão da disponibilidade de dados, e estes foram analisados com a aplicação de métodos para dados em painel com efeitos aleatórios. Os resultados mostraram que o crédito rural expressou efeito positivo sobre o valor bruto da produção durante o período analisado, apesar de o número de agricultores familiares não exprimir influência. Além disso, os municípios que têm polos de irrigação mostraram resultados melhores em relação aos demais grupos, em contraposição aos municípios localizados no semiárido.

Palavras-chave: crédito rural, agricultor familiar, lavouras temporárias, Nordeste semiárido, Nordeste não semiárido.

Abstract: Rural credit is the main instrument of Brazilian agricultural policy supporting and providing farmers with greater investment in their production. However, when compared to other regions, the Northeast region requires greater attention, in addition, this region also presents heterogeneity. Thus, this study estimated the effect of rural credit destined to family farmers (Pronaf) on the total production of temporary crops in the region, discriminating in regions with semi-arid and non-semi-arid climate, in addition to the municipalities with irrigation poles and those that do not. The database was obtained from the following sources: PAM, IBGE, BCB, MDA, INMET and *Global Climate Monitor*; in the period from 2012 to 2017, due to the availability of data, and these were analyzed with the application of methods for panel data with random effects. The results showed that rural credit had a positive effect on the gross value of production during the period analyzed, despite the number of family farmers having no influence. In addition, the municipalities that have irrigation poles showed better results among the other groups, in contrast to the municipalities located in the semiarid region.

Keywords: rural credit, family farmer, temporary crops, Semi-arid Northeast, Northeast not semiarid.

1 INTRODUÇÃO

Dentre os instrumentos da política de conteúdo agrícola, como, por exemplos, o planejamento agrícola, a garantia de preços mínimos e o seguro rural, a política de crédito rural é um dos principais, pois impulsiona a produtividade, induzindo a modernização e a consequente adoção de novas tecnologias. Assim, o aumento da produtividade tem como finalidade ampliar



o produto, a renda e o emprego, não apenas restritos ao setor agrícola, mas com impactos positivos sobre a economia brasileira (Costa & Vieira Filho, 2018).

A produção agropecuária exprime características singulares que a diferencia dos demais setores produtivos. Por exemplo, é decisiva a influência recepcionada pelo setor das condições naturais, como a disponibilidade de água, fertilidade do solo, sazonalidade, e intensiva dependência de fatores climáticos. Esses são apenas alguns fatores capazes de influenciar significativamente na produção e na consequente rentabilidade dos produtores. Em decorrência, pois, desses riscos e incertezas, é necessária a ação governamental por meio de políticas públicas, como a oferta de crédito rural em condições especiais¹ (Buainain & González, 2007).

Além disso, a agricultura brasileira é caracterizada pela sua diversidade, inclusive em relação ao tipo de agricultor; enquanto, de um lado, tem-se a agricultura patronal, que utiliza o modelo de monocultura e latifúndio de *commodities* agrícolas, da outra parte, estão os agricultores familiares cuja produção é notadamente de pequeno porte (Delgado & Bergamasco, 2017).

De acordo com Hoffmann (1992), ao estudar a dinâmica da modernização agrícola e a distribuição da renda em 157 microrregiões homogêneas do Brasil, as regiões Sul, Sudeste, e algumas áreas do Centro-Oeste, concentraram um maior número das tecnologias modernas. Essa concentração nessas regiões ocorreu em virtude da modernização no setor agropecuário brasileiro², de sorte que, ante esse processo assimétrico, torna-se necessária maior atenção para o Nordeste, pelo fato de esta Região não ter acompanhado a dinâmica tal qual verificada no restante do País, permanecendo como uma das áreas rurais mais vulneráveis. Ademais, a Região consolida uma agricultura constituída por produtores que utilizam técnicas rudimentares e com baixa produtividade (Vieira Filho, 2013).

Correlacionada ao processo de mecanização, nos anos de 1970 e 1980, a política de crédito era distribuída em função do tamanho dos estabelecimentos, restringindo o acesso ao crédito por parte dos agricultores de pequeno porte. Com o objetivo de sanar esta distorção, o Governo criou, em 1996, o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura familiar (Pronaf), exclusivamente dirigido para esses agricultores familiares, permitindo-lhes melhora de vida, acesso a insumos e melhores fatores de produção (Comin & Müller, 1986). O crédito permaneceu, entretanto, mais dirigido para a região Sul, onde a agricultura familiar é mais desenvolvida e capitalizada com melhores técnicas agrícolas (Mattei, 2005).

Portanto, haja vista a importância do crédito rural e da maior necessidade de atenção para a região Nordeste, este ensaio tem por objetivo estimar sua influência sobre a produção das lavouras temporárias na região Nordeste, especificamente, no semiárido e não semiárido, além dos municípios que têm polos de irrigação e os que não os possuem. Assim, busca-se contribuir com a literatura sobre os efeitos do crédito rural, por analisar a Região com maior quantidade de agricultores familiares, além do destaque concedido ao aspecto espacial (semiárido e não semiárido) que a pesquisa inclui, e da diferenciação entre os municípios que têm polos de irrigação (importante fator produtivo em áreas com escassez hídrica).

Com vistas à obtenção dos dados, foram utilizadas as fontes PAM, IBGE, BCB, MDA, INMET e *Global Climate Monitor*, referentes ao período de 2012 a 2017. Para verificar o efeito do crédito rural destinado à agricultura familiar sobre a produção total das lavouras temporárias dos municípios da região Nordeste, foram empregados os dados em painel com efeitos aleatórios como método estatístico empregado para a estimação.

¹ Como, por exemplo, taxa de juros subsidiadas.

² De acordo com Gonçalves Neto (1997), Mattei (2005), Vieira Filho (2013), Buainain et al. (2014), Costa & Vieira Filho (2018), a mecanização do setor agropecuário ocorreu desde 1960, entretanto, de maneira assimétrica entre as regiões brasileiras.

O trabalho está estruturado em cinco seções, além desta introdução. Na segunda, é realizada uma revisão da literatura sobre a história do crédito rural no Brasil e, mais especificamente, acerca do Pronaf, para, então, se ter uma breve subseção dos estudos já realizados. Em seguida, são expressas a base de dados e a metodologia à qual se recorreu. Na quarta seção, constam os resultados referentes ao objetivo do trabalho e, por fim, as conclusões, onde estão sintetizados os principais pontos abordados do decorrer desta demanda de conteúdo acadêmico.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Crédito Rural no Brasil

De acordo com o Manual de Crédito Rural (MCR) do BACEN (BACEN, 2017), o Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR) segue as normas e condições estabelecidas no Manual de Crédito Rural (MCR) do Banco Central, e é formado por órgãos: Básicos, compostos pelo Banco Central do Brasil (BACEN), Banco do Brasil (BB), Banco da Amazônia (BASA) e Banco do Nordeste (BNB); Vinculados: constituídos pelo Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), agências de fomento, bancos estaduais, inclusive de desenvolvimento, bancos privados, Caixa Econômica Federal (CEF), cooperativas autorizadas a operar em crédito rural e sociedades de crédito, financiamento e investimento, bem como instituições integrantes do Sistema Brasileiro de Poupança e Empréstimo (SBPE); e Articulados, que abrangem os órgãos oficiais de valorização regional e entidades de prestação de assistência técnica. Relativamente à captação dos recursos obrigatórios, esta é realizada por meio de exigibilidades de depósitos à vista, poupança rural e letras de crédito do agronegócio (LCA).

Os principais objetivos do crédito rural são: i) estimular os investimentos rurais efetuados por cooperativas ou pelos produtores na sua propriedade rural; ii) favorecer o custeio da produção e a comercialização da produção; iii) incentivar a adoção de mais conhecimentos e tecnologias, visando ao crescimento da produtividade, à melhoria do padrão de vida das populações rurais e à adequada defesa dos recursos naturais; iv) viabilizar a aquisição e regulamentação de terras pelos pequenos produtores; e v) impulsionar a geração de renda e o melhor uso da mão de obra na agricultura familiar (Banco Central do Brasil, 2018).

Seus recursos são destinados, basicamente, para as seguintes atividades: custeio (destinados a cobrir as despesas dos ciclos produtivos, como os insumos), investimento (direcionado para a aquisição de bens ou serviços duráveis com benefícios de longo prazo), e comercialização (destinada a cobrir despesas posteriores à produção, como armazenamento, ou converter em espécie os títulos advindos da venda ou entrega pelos produtos ou suas cooperativas) (Banco Central do Brasil, 2018).

Outro fator a ser considerado no mercado de crédito rural é a assimetria de informações, tanto por parte do tomador do empréstimo quanto do mutuante, sendo passível de provocar aumento dos custos, dificultando o investimento dos produtores rurais em suas atividades. Pelo lado da oferta, o credor não dispõe de informações suficientes para realizar o empréstimo, submetendo a risco o seu *portfólio*. Da parte da demanda, há a negligência da desinformação contratual (Moura, 2016). Como exemplo, Santos & Braga (2013) demonstram a existência da referida assimetria em 2006, dado que havia cerca de R\$ 43 bilhões de recursos disponíveis, mas apenas R\$ 26,44 bilhões foram contratados.

Na esfera política, o Governo brasileiro criou alguns programas para financiar as atividades rurais, dentre os quais cumpre destacar: o Plano Agrícola e Pecuário (PAP), também conhecido

por Plano Safra, e o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf). Os recursos desses programas, em sua maior parte, são negociados com taxas de juros subsidiadas, com valores abaixo das praticadas pelo mercado, e as condições de financiamento variam de acordo com a linha de crédito. Enquanto os grandes e médios produtores e suas cooperativas recorrem ao PAP, os pequenos agricultores familiares utilizam os recursos do Pronaf.

2.2 Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf)

A abundante oferta de crédito a taxas de juros subsidiadas contribuiu para a modernização da agricultura brasileira. Além do crédito, também existem atividades de assistência técnica, pesquisa agropecuária, seguro agrícola, armazenagem, Política de Garantia de Preços Mínimos (PGPM), expansão da fronteira agrícola, entre outros grupamentos de ações ligadas à agroindustrialização (Martine, 1991).

Em 1967, uma resolução do Conselho Monetário Nacional tornou obrigatório o direcionamento de 10% dos depósitos à vista no sistema bancário para a concessão de crédito ao setor agrícola. Além disso, em razão dos problemas de produção, os agentes políticos também investiram em serviços de pesquisa e extensão rural, surgindo, em 1973, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA (Vieira Filho & Fishlow, 2017). Durante essa década, a concessão de empréstimos contava com a taxa de juros nominal inferior ao percentual de inflação, implicando taxa de juros real negativa (Bacha, 1997).

Conforme Leite (2001), o SNCR é importante para o aumento da produtividade do setor agrícola. Em um ponto de vista subscrito por Comin & Müller (1986) e Vieira Filho & Fishlow (2017), o tal Sistema, entretanto, se instaurou de maneira heterogênea, priorizando os setores agroindustriais, beneficiando, principalmente, os médios e grandes agricultores localizados nas regiões Sul e Sudeste, criando barreiras para a entrada de pequenos produtores rurais, acentuando os contrastes entre os produtores e as regiões do País.

O Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura familiar (Pronaf) foi criado em 1995³, em consequência do quadro crescente de exclusão produtiva e da dificuldade de crédito no mercado para pequenos agricultores em razão dos elevados custos. Com efeito, o Programa surgiu em meio a um período difícil para os agricultores familiares, principalmente para os desprovidos de capital e com baixa produtividade (Guanziroli, 2007).

O Programa visa a propiciar condições para o aumento da capacidade produtiva, geração de emprego e melhoria da renda, possibilitando melhoria na qualidade de vida para os agricultores familiares (Banco Central do Brasil, 2018). Cabe ressaltar que, antes do Pronaf, os pequenos agricultores disputavam recursos com os grandes proprietários de terras, dado que não havia qualquer política pública tendida para esse público, sendo ele marginalizado do circuito produtivo (Belik, 2000).

De acordo com a Lei Nº 11.326, de 24 de julho de 2006, o público elegível para receber as linhas de financiamento do Programa deve possuir a Declaração de Aptidão ao Pronaf (DAP)⁴ e atender, simultaneamente, aos seguintes critérios: i) ser proprietários, assentados, posseiros, arrendatários ou parceiros com áreas de até quatro módulos fiscais, conforme a legislação em vigor; utilizar, predominantemente, trabalho familiar nas atividades; o agricultor deve deter um percentual mínimo da renda familiar originada de atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento; e dirigir o estabelecimento com sua família (Brasil, 2020).

³ Instituído oficialmente, no entanto, apenas em 1996.

⁴ De acordo com o Decreto Nº 9.064, de 31 de maio de 2017, que regulamenta a Lei da Agricultura Familiar, o CAF substitui a Declaração de Aptidão ao Pronaf (DAP) (Brasil, 2017).

No decorrer dos anos, o desenho do Pronaf passou por mudanças, criando mais grupos, incluindo linhas de ações específicas para o público-alvo, com finalidade, limite de crédito, taxa de juros, prazo e carência específicos, com o propósito de melhor atender as necessidades dos produtores com distintos contextos sociais (Feijó, 2015). Dentre os principais, citam-se o grupo A, que representa os agricultores assentados pelo Programa Nacional de Reforma Agrária (PNRA) e beneficiários do Programa Nacional de Crédito Fundiário (PNCF); o grupo B, composto por agricultores familiares com renda bruta anual familiar de até R\$ 20.000,00; e o grupo A/C, que cobre os agricultores assentados pelo PNRA e beneficiários do PNCF que tenham contratado a primeira operação no grupo A e que não tenham financiamento de custeio em outro grupo. Além desses grupos, ainda se mencionam Pronaf Mulher, Pronaf Mais Alimentos, Pronaf Agroindústria, Pronaf Jovem, Pronaf Industrialização de Agroindústria Familiar, Pronaf Semiárido, entre outros (Maia & Pinto, 2015).

Como expresso em passagem anterior deste escrito, quanto à distribuição dos valores dos recursos disponibilizados, há maior concentração na região Sul. Visto isso, alguns autores justificam essa concentração em virtude de problemas operacionais e sociopolíticos fora de ação do Programa, como burocracias impostas pelo sistema bancário aos agricultores com baixos níveis de renda, maior organização dos agricultores mais capitalizados, concentração de agências bancárias nos Estados da região Sul, dentre outros (Abramovay & Veiga, 1999; Bastos, 2006; Schröder & Souza, 2007).

O Nordeste corresponde a 18% do Território Nacional, sendo a segunda região mais populosa do País, com 28% da população total do Brasil, e concentrando cerca de 40% da pobreza (Barbieri et al., 2010). Essa região é heterogênea, tanto economicamente quanto do ponto de vista da distribuição dos recursos naturais. Tem a agropecuária, todavia, como a principal fonte de ocupação. Sua população consiste, significativamente, de agricultores familiares de subsistência e com baixo teor tecnológico (Khan & Campos, 1992).

Mesmo considerando apenas o Nordeste, o setor agrícola não se comporta de maneira homogênea, tornando necessária uma atenção maior para essa região, em consequência de sua extensa área semiárida, caracterizada por condições geográficas, culturais, históricas e institucionais distintas, sendo de grande importância estudos para a avaliação de políticas públicas (Simões et al., 2010).

De acordo com o Censo Agropecuário de 2017, aproximadamente 76,8% das propriedades rurais do País eram estabelecimentos de agricultura familiar e, destes, 47,2% estavam localizados no Nordeste brasileiro. O Nordeste contém a maior parte da região semiárida (89,5%), a qual se caracteriza pelo clima com temperaturas médias anuais de 26°C a 28°C, precipitação pluviométrica anual abaixo de 800 milímetros, pela ocorrência de chuvas irregulares (com curtos períodos de muita chuva e longos de muita seca) e solo raso. Sua economia é basicamente composta da pecuária extensiva e agricultura familiar de baixo rendimento, que, nos períodos de seca, fica completamente comprometida pela perda de safras e morte dos animais (Moura et al., 2007).

2.3 Estudos empíricos sobre crédito rural e produção

De acordo com a literatura internacional, Duong & Izumida (2002) e Ali et al. (2014) verificaram a restrição ao crédito rural. Os primeiros autores, com base em três províncias do Vietnã, constataram que 30% das famílias rurais defrontavam este problema, principalmente os mais pobres. Já Ali et al. (2014) verificaram uma restrição generalizada, baseando-se em 3.600 famílias em Ruanda, no ano de 2011, e que variáveis como acesso à informação, nível educacional e adesão a cooperativas contribuem para a redução das restrições às fontes de financiamento.

Ao utilizar o método de equações simultâneas, Binswanger & Khandker (1995) analisaram 85 municípios indianos de 1972 a 1981. Os autores observaram que o crédito rural ampliou o uso de fertilizantes, aumentou o investimento privado em máquinas e na pecuária, havendo influído positivamente nos salários rurais. Ademais, também observaram efeitos positivos nos empregos (enquanto o emprego agrícola foi substituído pelo capital, o emprego rural não agrícola se expandiu) e na produção não agrícola.

Com base na literatura nacional, Gasques et al. (2004), Silva & Ferreira (2016) e Brigatte & Teixeira (2010) analisaram a relação entre o crédito rural e a produtividade total dos fatores (PTF). Com exceção dos últimos autores, os demais encontraram uma relação positiva entre crédito e produtividade.

Por meio do modelo de Vetores Autorregressivos (VAR), Gasques et al. (2004) mensuraram o efeito de variáveis como pesquisa e crédito rural sobre a Produtividade Total dos Fatores (PTF) na agropecuária brasileira no período de 1975 a 2002, e apontaram que gastos com pesquisa e crédito rural têm efeito positivo sobre a PTF, que cresceu a uma taxa média anual de 3,30%. A PTF aumentou em maior proporção, contudo, a partir dos anos de 1990. Vale destacar o fato de que se observou maior impacto imediato dos gastos em pesquisa, quando comparado ao crédito, com 0,17% e 0,06%, respectivamente, sobre a PTF. Quanto à influência de longo prazo, o resultado muda, com o crédito rural tendo maior destaque.

Silva & Ferreira (2016) examinaram os efeitos do crédito rural, dos gastos com pesquisa e das exportações agropecuárias sobre a PTF da agropecuária no período de 1975 a 2011. Os autores verificaram que a produtividade da mão de obra foi a principal componente relativa ao crescimento da PTF, com uma estimativa de crescimento anual de 4,46%, ao passo que a taxa anual de crescimento da produtividade de terra foi 3,81%. Verificaram, também, que as variáveis crédito rural e gastos com pesquisa são fatores determinantes na explicação do crescimento da PTF.

Ao adotarem o modelo de co-integração via método de Johansen, Brigatte & Teixeira (2010), tendo como referência o período de 1974 a 2005, analisaram a influência exercida por determinadas variáveis sobre o PIB e a PTF da agricultura. Eles consideraram como determinantes do crescimento econômico os investimentos em infraestrutura de transportes, energia elétrica, pesquisa, irrigação e armazenagem agrícolas, crédito rural e educação dos trabalhadores do setor agropecuário. Os resultados do estudo mostraram que a educação e os investimentos em infraestrutura exercem impactos positivos a longo prazo, no entanto, não foram encontradas relações entre o crédito rural e a produtividade do setor.

Utilizando os microdados do Censo Agropecuário de 2006, e ao fazerem uso do método do *propensity score matching*, Santos & Braga (2013) buscaram mensurar o impacto do crédito rural sobre a produtividade da terra e do trabalho nas grandes regiões brasileiras. Observaram resultado positivo apenas para a região Nordeste, sendo verificado o contrário para as demais. Gasques et al. (2012) também verificaram que, para o período de 1995/1996-2006, o Nordeste obteve o maior crescimento da PTF, quando comparada à média nacional, com exceção dos Estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte.

Quanto à análise do Pronaf, com base nos estudos de Couto Filho & Cerqueira (2002), examinando os municípios baianos de Maragogipe, Monte Santo e Ituaçu, excluindo da sua amostra apenas os recém-assentados, bem como o estudo da Fundação de Economia de Campinas (2002), que analisou os produtores no ano de 2001, verificaram que a produtividade e os níveis tecnológicos dos beneficiados por esse Programa é maior do que a dos não beneficiados, sendo associados a investimentos em máquinas, insumos, equipamentos e assistência técnica.

Kageyama (2003), com base em 21 municípios dos Estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Espírito Santo, Minas Gerais, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, no ano de 2001, também notou uma relação positiva entre o Pronaf e a produtividade, tendendo a aumentar em média a produtividade da terra em cerca de 28% e a produtividade do trabalho em 38,4%, quando em comparação com os não beneficiados. Comprovou-se, todavia, que a existência do Programa não esteve associada com maior renda familiar, como a literatura evidenciara.

A seu turno, Dias et al. (2004), por meio de uma pesquisa de campo em Pernambuco, realizada nos meses de agosto a novembro de 2001, utilizam três métodos econométricos, com resultados mais importantes para o estimador de *propensity score*, e demonstram resultados da influência do Pronaf para três variáveis: valor da produção total, por hectare e por pessoa; considerando todos os beneficiados, e para os grupos B, C e D. Eles observaram que não há diferenças entre os beneficiados e controles para valor da produção por pessoa, mas há diferença quanto ao valor da produção por hectare. Não obstante, outro resultado evidenciado dá conta de que o grupo D exibiu um resultado negativo para o grupo dos beneficiados, ou seja, o Programa resultou em perda de produtividade para esse agrupamento.

Em geral, a literatura da área considera o Nordeste como um todo, deixando de lado a heterogeneidade regional. De tal maneira, este experimento intenta inovar, ao levar na devida conta em sua análise as ditas áreas semiárida e não semiárida dessa Região.

3 METODOLOGIA

3.1 Base de dados e variáveis

Na análise empírica do efeito do crédito rural sobre a produção agrícola no Nordeste, propõe-se a aplicação de modelos econométricos de dados em painel. Tal classe de modelos é adequada para a estrutura de indicadores disponível, compreendendo os municípios localizados na Região e o recorte temporal da análise, que compreende o período de 2012 a 2017, de acordo com a disponibilidade das informações utilizadas⁵.

Quanto ao tratamento da base, foram excluídos da amostra os municípios que não possuíam algumas informações sobre as DAPs, assim como os municípios que não tinham produção em lavouras temporárias e, por fim, os municípios que não receberam o crédito rural (Pronaf) em todo o período de análise, dado que o objetivo deste ensaio remansa em analisar o efeito dessa variável no valor bruto da produção das lavouras temporárias.

A variável explicada será o Valor Bruto da Produção proveniente de culturas temporárias⁶. Dentre os regressores, destaca-se o volume total de crédito rural, em conformidade com o objetivo central da pesquisa. Também são considerados fatores passíveis de afetar o produto agrícola na Região, dos quais estão a classificação ou não do município na região semiárida (representada por uma *dummy*), assim como a classificação ou não do município ter polos de irrigação (representada por uma *dummy*), a área total colhida das lavouras temporárias, a temperatura, a precipitação e o número total de agricultores familiares representados pela Declaração de Aptidão ao Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (DAP).

⁵ Não estão disponíveis as informações referentes às variáveis DAPs e crédito rural para os anos anteriores a 2012.

⁶ Culturas temporárias são aquelas consideradas de curta ou média duração, geralmente com ciclo vegetativo inferior a um ano, que, após a colheita, necessitam de novo plantio para produzir, como, por exemplo: soja, milho, feijão etc. Também são incluídos nesta categoria o abacaxi, a cana-de-açúcar, a mandioca e a mamona, que denotam ciclos de colheita muitas vezes superiores a 12 meses. Por sua vez, culturas permanentes são aquelas de ciclo vegetativo longo, sem necessidade de novo plantio (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2021).

O Quadro 1 mostra mais detalhadamente as variáveis utilizadas no modelo econométrico, bem como a fonte de cada uma delas.

Quadro 1 – Descrição das variáveis utilizadas no modelo

Variável	Descrição	Fonte
Valor Bruto da Produção	Valor Bruto da Produção municipal total proveniente de culturas temporárias em mil reais.	BACEN, 2017
Crédito rural	Valor total de crédito rural, especificamente do Pronaf, a preços de 2017 por município em mil reais.	BACEN, 2017
Área colhida/plantada	Área total colhida de lavouras temporárias por município em hectare.	BACEN, 2017
Polos de irrigação	<i>Dummy</i> para municípios com polos de irrigação.	ANA, 2017
Semiárido	<i>Dummy</i> para municípios na região do semiárido.	IBGE, 2017
Temperatura	Temperatura média anual em °C	INMET, 2017
Precipitação	Valor do índice pluviométrico em mm.	INMET, 2017
DAP	Total de agricultores familiares por município.	MDA, 2017

Fonte: Elaboração própria, com suporte nos dados da pesquisa.

3.2 Dados em painel

O método estatístico mais indicado para a análise de uma base de dados com observações em duas dimensões (uma espacial e outra temporal) em que a mesma unidade de corte transversal (*cross section*) é acompanhada por uma extensão de tempo é o modelo de Dados em Painel (Baltagi, 2005). Nesta investigação, tem-se uma amostra onde é aplicável este método, pois se analisa uma série de municípios do Nordeste e sua produção agrícola durante o período de 2012 a 2017.

Algumas das vantagens dos modelos de regressão em painel sobre os modelos de dados de corte transversal (ou de séries temporais) é a capacidade de captar a heterogeneidade individual, a obtenção de estimativas mais eficientes e o melhor uso das informações disponíveis. Tais vantagens proporcionam melhor investigação da dinâmica do comportamento das unidades observadas, permitindo considerar o efeito de variáveis não observadas. Necessário é verificar, no entanto, a existência de problemas de autocorrelação e correlação cruzada, como de heterocedasticidade (Greene, 2000; Baltagi, 2005; Hsiao, 2003).

O modelo básico de dados em painel (com k variáveis explicativas) é representado pela seguinte equação:

$$Y_{it} = \beta_0 + \sum_{k=1}^K \beta_k X_{kit} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Neste modelo, Y_{it} representa a variável explicada, com $i = 1, \dots, N$ indivíduos e $t = 1, \dots, T$ períodos; β_0 capta a heterogeneidade, ou seja, o efeito individual; X_{kit} representa K variáveis explicativas com $k = 1, \dots, K$; e ε_{it} é o termo de erro distribuído idêntica e independentemente com média zero e variância constante [$\varepsilon_i \sim iid(0, \sigma_\varepsilon^2)$].

Ponto de relevo a considerar na classe de modelos de dados em painel é o efeito de variáveis não observadas pelo pesquisador, denominadas genericamente como “heterogeneidade não observada”. Nesta classe de modelos, como expresso na Equação 1, o erro é assim decomposto:

$$\varepsilon_{it} = \eta_i + u_{it}$$

$$Y_{it} = \beta_0 + \sum_{k=1}^K \beta_k X_{kit} + \eta_i + u_{it} \quad (2)$$

Sendo que, η_i representa a heterogeneidade não observada e u_{it} o termo de erro do modelo. Restrição importante sobre o comportamento de η_i é que ele deve variar apenas entre as unidades *cross-section* (municípios neste estudo) e não à extensão do tempo.

Dependendo do método utilizado para estimar os parâmetros do modelo (2), a inclusão de η_i ajuda a controlar ou eliminar o problema de variáveis omitidas, tão comum em muitos contextos empíricos.

De modo geral, utiliza-se o Teste de Hausmann (1978) para escolher qual método deve ser aplicado: *pooled*, fixos ou aleatórios. Segundo Clark & Linzer (2015), contudo, esse teste não é necessário nem suficiente para ser tomado como única base de decisão metodológica. Assim, Bell & Jones (2015) acentuam que, para tomar essa decisão, também se deve levar em consideração a base de dados utilizada.

Consoante esses autores (Bell & Jones (2015), além de incorporar variáveis invariantes no tempo, o modelo de efeitos aleatórios permite modelar a heterogeneidade e não apenas os efeitos médios gerais. Ademais, os modelos de efeitos fixos eliminam informações importantes do interesse da pesquisa e de formuladores de políticas públicas, tornando os resultados encontrados por esse modelo simplista.

Assim, com escora nesse modelo geral, dentre os específicos, é empregado neste estudo o de efeitos aleatórios (MEA). A escolha decorre do fato de a base de observações utilizadas *cross-section* ser bastante heterogênea (Semiárido, Não Semiárido, Polos de Irrigação), além da própria heterogeneidade nos biomas da região.

Além disso, nesse modelo, as diferenças individuais são refletidas no termo de erro aleatório, em vez de ser estimado como um parâmetro fixo, portanto, considera-se $\beta_{oi} = \beta_0 + w_i$. Geralmente, ele é utilizado quando o quantitativo de unidades (N), no caso, municípios, é extensa, evitando uma grande perda de graus de liberdade se fosse estimado por efeitos fixos ao assumir que w_i (erro representando a heterogeneidade entre as unidades) seja aleatório e independente do u_{it} (erro do modelo geral), além de admitir que os regressores sejam independentes de ambos os termos de erro (w_i e u_{it}) para todos os i e t .

Além destes, o modelo também segue as hipóteses: $w_i \sim \text{IID}(0, \sigma_w^2)$, $u_{it} \sim \text{IID}(0, \sigma_u^2)$.

Formalmente ele é representado:

$$Y_{it} = \beta_0 + \sum_{k=1}^K \beta_k X_{kit} + w_i + u_{it} \quad (3)$$

Diferentemente dos efeitos fixos, a estimação não há de ser feita por MQO, em razão de os componentes de erros serem correlacionados no curso do tempo entre as mesmas unidades, sendo estimado, então, pelo método dos Mínimos Quadrados Generalizados (MQG). Ademais, os dados em painel são balanceados ou desbalanceados. O primeiro se caracteriza pelo fato de cada unidade de corte transversal mostrar uniformidade temporal. Por outro lado, um painel é dito desbalanceado quando o número de observações difere entre os sujeitos. Assim, objetivando um resultado livre de viés, de acordo com a base de dados obtida, faz-se uso do painel desbalanceado, uma vez que o número de observações é diferente entre os municípios de estudo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Estatísticas descritivas

A amostra foi dividida em cinco grupos, com a finalidade de melhor captar as características dos biomas contidos na Região: o primeiro, composto por todos os municípios do Nordeste; o segundo representa os municípios pertencentes ao semiárido; o terceiro constitui os municípios que não fazem parte da região semiárida; o quarto retrata os municípios com polos de irrigação e, por fim, os municípios que não têm polos de irrigação.

Na Tabela 1, onde se demonstram as estatísticas descritivas para o Nordeste e grupos, verifica-se que, do total de 1.261 municípios nordestinos que compõem a amostra de dados após o tratamento da base, a maior parte está localizada na região semiárida, com 771, enquanto 490 estão fora da região semiárida. Além disso, apenas 69 municípios têm polos de irrigação, ou seja, nestes, tende a existir maior capacidade produtiva.

Tabela 1 – Estatísticas descritivas

Variáveis	Nordeste		Semiárido		Não semiárido	
	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão
Valor bruto da produção	15.293,38	85.233,02	9.201,51	41.100,19	24.878,74	126.058,30
Crédito rural	711,291	1.232,40	772,963	1.379,72	614,253	947,81
Área colhida	5.248,09	21.338,82	3.855,49	9.903,32	7.439,29	31.778,41
Polos de irrigação	0,055	0,227	0,07	0,255	0,031	0,172
Semiárido	0,611	0,487	-	-	-	-
Temperatura	26,056	1,887	25,972	1,776	26,189	2,041
Precipitação	789,069	401,982	611,404	244,886	1.068,62	440,118
DAP	474,792	583,521	556,66	658,316	345,974	409,018
Nº de observações	7.566		4.626		2.940	
Variáveis	Polos de irrigação		Não Polos de irrigação			
	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão		
Valor bruto da produção	60.624,88	303.934,70	12.669,32	47.162,24		
Crédito rural	1.092,98	1.593,18	689,197	1.204,67		
Área colhida	15.360,22	68.658,18	4.662,74	14.254,63		
Polos de irrigação	-	-	-	-		
Semiárido	0,783	0,413	0,602	0,49		
Temperatura	26,447	1,368	26,034	1,91		
Precipitação	617,94	259,257	798,975	406,533		
DAP	693,215	779,804	462,148	567,575		
Nº de observações	414		7.152			

Fonte: Elaboração própria, com apoio nos indicadores da IBGE, 2017; BACEN, 2017; INMET, 2017; MDA, 2017. **Nota.** Como se trabalha com dados em painel de seis anos, o número de municípios equivale ao quantitativo total de observações dividido pelo número de anos.

Em sua maioria, os municípios do Nordeste (61%, em média) estão localizados na região semiárida⁷. Um resultado importante é que apenas 5,47% do total dos municípios do

⁷ Representando 78% dos municípios que têm polos de irrigação e 60% dos que não os possuem.

Nordeste têm áreas com polos de irrigação, onde os pertencentes ao semiárido têm maior acesso quando comparados aos da região não semiárida, representando, especificamente, 7% e 3,1% desses municípios, em que, dos 69 que têm polos de irrigação, apenas 15 estão na região não semiárida e 54 no semiárido, especificamente. Veja-se por Estado: Bahia (17), Ceará (16), Sergipe (13), Piauí (7), Pernambuco (7), Rio Grande do Norte (4), Paraíba (3) e Alagoas (2).

Durante os anos de 2012 a 2017, a média do valor bruto da produção para o Nordeste foi de 15.293,38 mil reais, tendo-se destacado, entre os demais grupos, os municípios que têm polos de irrigação, possuindo o maior VBP, com 60.624,88 mil reais, seguindo-se os municípios localizados fora do semiárido, com 24.878,74 mil reais. Como esperado, os municípios do semiárido denotaram o menor VBP (9.201,51 mil reais) durante esse determinado período.

A área colhida segue o mesmo padrão do valor bruto da produção, com média de 5.248,09 hectares de área colhida no Nordeste, onde os municípios com polos de irrigação tiveram 15.360,22 hectares colhidos e, em contrapartida, os pertencentes ao semiárido tiveram apenas 3.855,49 hectares. Quando se verifica, no entanto, o total de crédito rural (Pronaf), em média, recebido entre os grupos, os municípios com polos de irrigação (1.092,98 mil reais) se destacam, seguindo-se os pertencentes ao semiárido (772,96 mil reais), os que não têm polos de irrigação (698,20 mil reais) e, por fim, os pertencentes à região não semiárida (614,25 mil reais). Impõe-se ressaltar o fato de que a média geral do crédito recebido no Nordeste durante o período analisado foi de 711,29 mil reais.

A temperatura média para o Nordeste durante os seis anos foi de 26°C, enquanto a precipitação foi maior entre os municípios pertencentes ao não semiárido, exprimindo a média de 1.068,62 mm de chuva, ao passo que os municípios localizados no semiárido e os que têm polos de irrigação constituem os grupos de municípios que obtiveram a menor precipitação, resultado já esperado, dado que os polos de irrigação possuem maior número de implementação em lugares onde há maior escassez hídrica e a região semiárida é caracterizada pelo clima quente e queda de chuvas escassas.

Enquanto o número médio de agricultores familiares, por município, no Nordeste é de 474,79, o grupo de polos de irrigação se destaca, registrando 693,22 agricultores familiares, por município, em contrapartida ao não semiárido, com 345,97.

De modo geral, verifica-se que o Nordeste é composto, em sua maioria, por municípios localizados na região semiárida, com temperatura média de 26°C, escassez de municípios com polos de irrigação, onde o crédito rural (Pronaf) está destinado às regiões que registam menor precipitação e, assim, tendem a passar por maiores dificuldades produtivas.

4.2 Resultados do modelo de efeitos aleatórios

Na Tabela 2, onde se mostra o modelo de efeito aleatório para todos os grupos anteriormente mencionados, é notório que a variável DAP, que representa o número de agricultores familiares por município, foi estatisticamente significativa apenas para o grupo de polos de irrigação, exercendo um efeito positivo marginalmente próximo a zero sobre o valor bruto da produção nesses municípios. Isto é, mesmo exibindo significância estatística e tendo efeito positivo, não há influências expressivas sobre a variável dependente.

Tabela 2 – Estimativas para o Nordeste

Variáveis	Nordeste		Semiárido		Não semiárido	
	Coefficiente	P-valor	Coefficiente	P-valor	Coefficiente	P-valor
Crédito rural	0,043***	0,000	0,048**	0,000	0,016	0,116
Área colhida	0,736***	0,000	0,672***	0,000	0,954***	0,000
Polos de irrigação	0,540***	0,000	0,594***	0,000	0,266	0,107
Semiárido	-0,790***	0,000	-	-	-	-
Temperatura	-0,039***	0,000	-0,026**	0,019	-0,090***	0,000
Precipitação	0,00007***	0,005	0,0003***	0,000	0,00002	0,225
DAP	0,000004	0,836	0,00002	0,341	-0,00005	0,065
Constante	3,708***	0,000	2,896***	0,000	3,653***	0,000

Variáveis	Nº de obs.: 7.566		Nº de obs.: 4.626		Nº de obs.: 2.940
	Polos de irrigação		Não Polos de irrigação		
	Coefficiente	P-valor	Coefficiente	P-valor	
Crédito rural	0,107**	0,011	0,040***	0,000	
Área colhida	0,583***	0,000	0,746***	0,000	
Polos de irrigação	-	-	-	-	
Semiárido	-0,747**	0,014	-0,792***	0,000	
Temperatura	0,009	0,828	-0,042***	0,000	
Precipitação	-0,00004	0,827	0,00007***	0,003	
DAP	0,00007***	0,006	-0,000003	0,859	
Constante	3,747***	0,006	3,736***	0,000	
	Nº de obs.: 414		Nº de obs.: 7.152		

Fonte: Elaboração própria, com arrimo nos dados da IBGE, 2017; BACEN, 2017; INMET, 2017; MDA, 2017. **Nota:** Significância estatística *** a 1%, ** 5%, * 10%. **Nota:** Como se opera com dados em painel de seis anos, o número de municípios equivale à quantidade total de observações dividido pelo quantitativo de anos.

Esse resultado indica que, *in tempore*, o número de agricultores familiares não exerce, de modo geral, influência significativa sobre o valor bruto da produção, o que se justifica pelo fato de a produção das lavouras temporárias ser alvo de maior intervenção por outros tipos de agricultores com adoção de processos que incorporem um maior nível tecnológico.

Apesar de o total de agricultores familiares, por município, não ter efeito sobre o valor bruto da produção, o crédito rural do Pronaf destinado a estes agricultores foi positivo para todos os grupos, com exceção do não semiárido, em que a variação em 10% a mais de crédito para todos os municípios do Nordeste tende a aumentar o valor bruto da produção das lavouras temporárias em 0,43%. Entrementes, os municípios específicos localizados no semiárido, que não têm polos de irrigação e que têm polos de irrigação, exprimem uma variação de, respectivamente, 0,48%, 0,4% e 1,07% no valor bruto da produção, dada uma variação de 10% a mais do crédito do Pronaf. Com esteio nesses resultados, também se observa que os municípios com polos de irrigação denotam melhores estimativas em relação aos outros com base em uma variação no crédito.

Ainda que com pouca magnitude, os coeficientes da variável crédito rural retratam um bom resultado, porquanto o crédito é direcionado, especificamente, para os agricultores familiares, e, apesar de estes, representados pela variável DAP, não terem trazido influência sobre a variável dependente, o Pronaf influencia positivamente na produção total das lavouras temporárias da região Nordeste. De efeito, o resultado obtido corrobora o trabalho produzido por Dias et al. (2004), que demonstraram um influxo positivo, de modo geral, do Pronaf sobre o valor da produção por hectare, assim como os trabalhos de Couto Filho & Cerqueira (2002) e Kageyama (2003), ao verificarem que os beneficiados pelo Pronaf obtiveram maior produtividade. Essa

relação também é positiva para a maior parte da literatura, quando analisado o crédito rural destinado a todos os produtores e não apenas para os agricultores familiares.

Como esperado, a área colhida tem um efeito positivo sobre o valor bruto da produção, onde o aumento em 10% da área colhida (em hectare) promove um crescimento de 7,36% no Nordeste e, especificamente, relações positivas com significativas magnitudes a mais nos municípios pertencentes ao não semiárido (9,54%) e naqueles sem polos de irrigação (7,46%).

São os polos de irrigação considerados como remédio para a restrição hídrica de vários agricultores rurais. Co efeito, associa-se de maneira positiva em relação ao VBP do Nordeste, porém, para os municípios com clima não semiárido, essa variável não mostra efeito, dado que a maioria dos municípios dessa região encontra-se em biomas da Mata Atlântica, Cerrado e Amazônia, e, assim, expressam maior incidência de chuvas. De semelhante modo, dadas as características da região semiárida (altas temperaturas, chuvas escassas e irregulares, baixo índice pluviométrico, entre outras), essa variável (semiárido) exprime uma relação negativa com o valor bruto da produção do Nordeste brasileiro, tanto para os municípios que têm polos de irrigação como para aqueles que não os possuem.

A relação entre as variáveis de temperatura e de precipitação com o valor bruto da produção é difícil de verificar em um modelo linear, dado que as condições ótimas variam entre as culturas, seus estádios de desenvolvimento e outras condições ambientais. De acordo com as estimativas encontradas, porém, a temperatura atua de maneira negativa sobre o VBP do Nordeste, com exceção do grupo de municípios com polos de irrigação, que não exprimem influência dessa variável. Esse resultado decorre do padrão de uma temperatura já elevada na Região e, assim, uma progressão desta é capaz de causar perdas produtivas. Já a precipitação não mostrou efeitos apenas para os municípios pertencentes ao semiárido e para os que têm polos de irrigação, mas retratou um efeito positivo para o Nordeste e mais grupos em relação ao VBP, apesar de pouca magnitude, indicando que a ocorrência de chuva nessas regiões eleva a produção.

Resultados semelhantes quanto à precipitação e em discordância quanto à temperatura foram encontrados por Araújo (2012), ao avaliar um painel dos municípios do Nordeste e do Sul do País por um período de 32 anos, e verificou que a temperatura e a precipitação conformam fatores importantes para explicar as culturas das regiões, e, no caso nordestino de milho e da cana-de-açúcar, nos períodos de primavera e verão, as elevações de ambos os fatores implicam aumento nos níveis de produtividade, e, quando verificada a magnitude dos coeficientes, todos indicaram ganhos incrementais de produtividade agrícola em razão do aumento de 1 mm de precipitação ou 1°C na temperaturas sazonais.

5 CONCLUSÕES

Este experimento teve por objetivo analisar a força do crédito rural sobre a produção das lavouras temporárias na região Nordeste, especificamente no semiárido, não semiárido, polos de irrigação e não polos de irrigação, contribuindo com a literatura, visto que, em geral, os trabalhos em curso desconsideram a heterogeneidade regional e avaliam o Nordeste como um todo.

De acordo com os dados obtidos e com o objetivo proposto, foram utilizados métodos de dados em painel, mais especificamente, com efeitos aleatórios. Com amparo nas estatísticas descritivas, uma vez dividida a amostra em cinco grupos (Nordeste, semiárido, não semiárido, polos de irrigação e não polos de irrigação), verificou-se que, em média, 61% dos municípios

nordestinos estão localizados no semiárido, enquanto apenas 5% do total têm polos de irrigação, a maior parte destes na região semiárida.

De modo geral, restou a observação de que os municípios que têm polos de irrigação possuem maior área colhida, número maior de agricultores familiares por município, mais volume de crédito destinado aos agricultores familiares e valor bruto da produção maior, quando comparado aos outros grupos durante o período analisado. Em contrapartida, a região semiárida mostrou ser o grupo mais vulnerável, atingindo menores magnitudes em relação à quase totalidade das variáveis explicativas. Ainda se verifica, com suporte nas estatísticas descritivas, que o crédito do Pronaf está destinado em maiores volumes para os municípios com menor precipitação de chuvas (semiárido e polo de irrigação), motivo por que tendem a passar por maiores dificuldades produtivas.

Quanto aos resultados do modelo econométrico, nota-se que o número de agricultores familiares não exerce, de modo geral, influência significativa sobre o valor bruto da produção das lavouras temporárias, contudo, o crédito rural destinado a estes produtores, apesar de conter pouca magnitude, influência, positivamente, no valor bruto da produção total de lavouras temporárias do Nordeste brasileiro, corroborando os diversos estudos já realizados.

Ainda foi visto que, como esperado, a área colhida tem um efeito positivo com a variável dependente, assim como os polos de irrigação, atuando de maneira a suprir as deficiências hídricas, e, de modo oposto, a variável semiárida denota uma relação negativa com o VBP, em razão das diversas vulnerabilidades impostas nessa Região. Já quanto a temperatura e precipitação, de modo geral, atuaram de formas negativa e positiva, respectivamente, sobre o valor bruto da produção do Nordeste, resultado também esperado, dadas as características da Região (elevada temperatura e escassez de chuvas). Ademais, com apoio nos resultados encontrados, também se reafirma a heterogeneidade produtiva do Nordeste, sendo os municípios pertencentes ao semiárido e sem polos de irrigação os mais vulneráveis.

Este trabalho evidencia, *in hoc sensu*, a importância do crédito rural como fator para o valor bruto da produção das lavouras temporárias no Nordeste. Assim, no que se refere a medidas de políticas públicas, com o objetivo de melhorar a produção agrícola no Nordeste e suas regiões, propõe-se uma melhor focalização do Pronaf, principalmente com acompanhamento técnico constante aos agricultores, bem como sugere-se buscar uma modernização das práticas e técnicas agrícolas por eles utilizadas. Com isso, espera-se que os agricultores aumentem sua produção, devendo, assim, contribuir para uma melhor eficiência agrícola na Região.

REFERÊNCIAS

- Abramovay, R., & Veiga, J. E. D. (1999). *Novas instituições para o desenvolvimento rural: o caso do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar*. Brasília, DF: PRONAF.
- Bacha, C. J. C. (1997). *Instrumentos de política econômica que afetam a agropecuária*. Piracicaba, SP: ESALQ/DESR7.
- Baltagi, B. H. (2005). *Econometric analysis of panel data* (3rd ed.). Nova Jersey: John Wiley & Sons.
- Bastos, F. (2006). *Ambiente institucional no financiamento da agricultura familiar*. São Paulo: Editora Polis.
- Belik, W. (2000). *PRONAF: avaliação da operacionalização do programa. O novo rural brasileiro: políticas públicas* (pp. 93-115). Jaguariúna/SP: EMBRAPA Meio Ambiente.
- Buainain, A. M., & González, M. G. (2007). *Alternativas de financiamento agropecuário: experiências no Brasil e na América Latina*. Brasília, DF: IICA.

- Buainain, A. M., Alves, E., da Silveira, J. M., & Navarro, Z. (2014). *O mundo rural no Brasil do século 21: a formação de um novo padrão agrário e agrícola*. Brasília, DF: Embrapa.
- Comin, A., & Müller, G. (1986). *Crédito, modernização e atraso* (Cadernos CEBRAP, Nova série, 6), São Paulo: CEBRAP.
- Costa, E. M., & Vieira Filho, J. E. R. (2018). *Choque de oferta no crédito rural e seu impacto produtivo na agricultura brasileira. Políticas públicas: avaliando mais de meio trilhão de reais em gastos públicos* (pp. 207-224). Brasília: IPEA.
- Delgado, G. C., & Bergamasco, S. (2017). *Agricultura familiar brasileira: desafios e perspectivas de futuro*. Brasília, DF: Ministério do Desenvolvimento Agrário.
- Feijó, R. L. C. (2015). *Economia Agrícola e Desenvolvimento Rural*. Rio de Janeiro: LTC.
- Fundação de Economia de Campinas. (2002). *Estudos de caso em campo para avaliação dos impactos do PRONAF*. Campinas: PCT/IICA-FECAMP.
- Greene, W. H. (2000). *Econometric analysis* (4th ed.). New Jersey: Prentice Hall.
- Hsiao, C. (2003). *Analysis of panel data* (2nd ed., Econometric Society Monographs). Cambridge: University Press.
- Khan, A. S., & Campos, R. T. (1992). *Effects of drought on agricultural sector of Northeast Brasil*. ICID.
- Mattei, L. F. (2005). *Impactos do PRONAF - análise de indicadores*. Brasília: MDA/NEAD, IICA.
- Moura, M. S. B., Galvincto, J. D., Brito, L. T. L., & Souza, L. S. B., Sá, I. I. S., & Silva, T. G. F. (2007). *Clima e água de chuva no Semiárido. Potencialidades da água de chuva no Semiárido brasileiro* (pp. 37-59). Petrolina: Embrapa Semiárido. Recuperado em 26 de maio de 2019, de <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA/36534/1/OPB1515.pdf>
- Vieira Filho, J. E. R., & Fishlow, A. (2017). *Agricultura e indústria no Brasil: inovação e competitividade*. Brasília: IPEA.
- Dias, F. M., Magalhães, A. M., Silveira Neto, R., & Barros, A. R. (2004). A experiência recente do PRONAF em Pernambuco: uma análise através de propensity score. In *Anais do XXXII Encontro Nacional de Economia*. Niterói, RJ: ANPEC.
- Schröder, M., & Souza, I. C. (2007). Agricultores pobres e acesso ao PRONAF: a importância dos arranjos institucionais na intermediação da política pública. In *Encontro Anual da Associação Nacional de Pós-Graduação em Ciências Sociais*. Caxambu: ANPOCS.
- Gasques, J. G., Bastos, E. T., Valdes, C., & Bacchi, M. R. P. (2012). Total factor productivity in Brazilian agriculture. In K. O. Fuglie, S. L. Wang, & V. E. Ball (Eds.), *Productivity growth in agriculture: an international perspective*. Oxfordshire: CAB International.
- Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA (2017). *Catálogo de Metadados*, from <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/search?facet.q=topicCat%2Feconomy>
- Banco Central do Brasil – BACEN (2017). *Matriz de Crédito Rural*, from <https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/micrrural>
- Banco Central do Brasil. (2018). *Manual de Crédito Rural (MCR)*. Recuperado em 12 novembro, 2019, de <https://www3.bcb.gov.br/mcr/completo>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2017). *Pesquisa Agrícola Municipal*. Rio de Janeiro: IBGE, from <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>

- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2019). Rio de Janeiro: IBGE. Recuperado em 26 de maio de 2019, de <https://educa.ibge.gov.br/>
- Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (2017). *Dados Histórico Anuais*, from <https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>
- Ministério do Desenvolvimento Agrário – MDA (2017). *Secretaria Especial de Agricultura Familiar e do Desenvolvimento Agrário (SEAD). Sistemas da DAP*, from <http://smap14.mda.gov.br/extratodap/PesquisarDAP>
- Brasil. (2017). Decreto nº 9.064, de 31 de maio de 2017. Institui o Cadastro Nacional da Agricultura Familiar e regulamenta a Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006, que estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e empreendimentos familiares rurais. *Presidência da República Secretaria-Geral Subchefia para Assuntos Jurídicos*, Brasília.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. (2020). Agricultura Familiar. Retrieved in 2020, December 2, from <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/agricultura-familiar/agricultura-familiar-1>.
- Ali, D. A., Deininger, K., & Duponchel, M. (2014). Credit constraints and agricultural productivity: evidence from rural Rwanda. *The Journal of Development Studies*, 50(5), 649-665.
- Barbieri, A. F., Domingues, E., Queiroz, B. L., Ruiz, R. M., Rigotti, J. I., Carvalho, J. A., & Resende, M. F. (2010). Climate change and population migration in Brazil's Northeast: scenarios for 2025–2050. *Population and Environment*, 31(5), 344-370.
- Bell, A., & Jones, K. (2015). Explaining fixed effects: random effects modeling of time-series cross-sectional and panel data. *Political Science Research and Methods*, 3(1), 133-153.
- Binswanger, H. P., & Khandker, S. R. (1995). The impact of formal finance on the rural economy of India. *The Journal of Development Studies*, 32(2), 234-262.
- Brigatte, H., & Teixeira, E. C. (2010). Determinantes do produto e da produtividade total dos fatores da agropecuária brasileira. *Revista de Política Agrícola*, 19(2), 5-13.
- Clark, T. S., & Linzer, D. A. (2015). Should I use fixed or random effects. *Political Science Research and Methods*, 3(2), 399-408.
- Couto Filho, V. A., & Cerqueira, P. S. (2002). Um olhar sobre o crédito do PRONAF na Bahia. *Bahia Agrícola*, 5(2), 50-53.
- Duong, P. B., & Izumida, Y. (2002). Rural development finance in Vietnam: a microeconomic analysis of household surveys. *World Development*, 30(2), 319-335.
- Gasques, J. G., Bastos, E. T., Bacchi, M. P., & da Conceição, J. C. (2004). Condicionantes da produtividade da agropecuária brasileira. *Revista de Política Agrícola*, 13(3), 73-90.
- Guanziroli, C. E. (2007). PRONAF dez anos depois: resultados e perspectivas para o desenvolvimento rural. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 45(2), 301-328.
- Hausmann, J. A. (1978). Specification tests in econometrics. *Econometrica*, 46(6), 1251-1271.
- Hoffmann, R. (1992). A dinâmica da modernização da agricultura e a distribuição da renda em 157 microrregiões homogêneas do Brasil. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 30(2), 271-290.
- Kageyama, A. (2003). Produtividade e renda na agricultura familiar: efeitos do PRONAF-crédito. *Agricultura em São Paulo*, 50(2), 1-13.
- Leite, S. P. (2001). Análise do financiamento da política de crédito rural no Brasil (1980-1996). *Estudos Sociedade e Agricultura*, 9(1), 129-163.

- Maia, G. B. S., & Pinto, A. R. (2015). Agroamigo: uma análise de sua importância no desempenho do PRONAD B. *Revista Econômica do Nordeste*, 46(1)
- Martine, G. (1991). A trajetória da modernização agrícola: a quem beneficia? *Lua Nova: Revista de Cultura e Política*, (23), 7-37.
- Santos, R. B. N., & Braga, M. J. (2013). Impactos do crédito rural na produtividade da terra e do trabalho nas regiões brasileiras. *Economia Aplicada*, 17(3), 299-324.
- Silva, C. A. G., & Ferreira, L. R. (2016). Produtividade total dos fatores no crescimento da agropecuária brasileira. *Revista de Política Agrícola*, 25(3), 4-15.
- Simões, A. F., Kligerman, D. C., La Rovere, E. L., Maroun, M. R., Barata, M., & Obermaier, M. (2010). Enhancing adaptive capacity to climate change: The case of smallholder farmers in the Brazilian semi-arid region. *Environmental Science & Policy*, 13(8), 801-808.
- Vieira Filho, J. E. R. (2013). Heterogeneidad estructural de la agricultura familiar en el Brasil. *Revista CEPAL*, 111, 103-121.
- Araújo, P. H. C. (2012). *Eventos climáticos extremos: os efeitos dos fenômenos El Niño e La Niña sobre a produtividade agrícola das Regiões Nordeste e Sul do Brasil* (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brasil.
- Moura, F. R. (2016). *O nexos causal entre crédito rural e crescimento do produto agropecuário na economia brasileira* (Tese de doutorado). Universidade de São Paulo, Piracicaba.

Recebido: Janeiro 08, 2021.

Aceito: Dezembro 04, 2021.

JEL Classification: C10, O13, Q15.