



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA
CURSO DE AGRONOMIA

GEORGE PORTELA TEIXEIRA

DEMANDA POR CRÉDITO RURAL E EXPANSÃO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA
NO NORDESTE

FORTALEZA

2025

GEORGE PORTELA TEIXEIRA

DEMANDA POR CRÉDITO RURAL E EXPANSÃO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA NO
NORDESTE

Monografia submetida ao curso de Graduação em Agronomia, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Vitor Hugo Miro Couto Silva.

Co-orientadora: Me. Vitória Maria Oliveira Arruda.

FORTALEZA

2025

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

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

T266d Teixeira, George Portela.

Demanda por crédito rural e expansão da produção agrícola do Nordeste / George Portela Teixeira. – 2025.

42 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2025.

Orientação: Prof. Dr. Vitor Hugo Miro Couto Silva.

Coorientação: Profa. Ma. Vitória Maria Oliveira Arruda.

1. Crédito rural. 2. Expansão agrícola. 3. financiamento agropecuário. 4. Nordeste. I. Título.

CDD 630

GEORGE PORTELA TEIXEIRA

DEMANDA POR CRÉDITO RURAL E EXPANSÃO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA NO
NORDESTE

Monografia submetida ao curso de Graduação em Agronomia, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro(a) Agrônomo(a).

Orientador: Prof. Dr. Vitor Hugo Miro Couto Silva.

Co-orientadora: Me. Vitória Maria Oliveira Arruda.

Aprovada em: 24/02/2025.

BANCA EXAMINADORA

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

Me. Vitória Maria Oliveira Arruda (Co-orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Filomena Nádia Rodrigues Bezerra (Avaliadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Me. Marcos Paulo Mesquita da Cruz (Avaliador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

Aos meus pais, irmã e ao meu namorado por
todo amor e apoio.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por me guiar e proteger.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Vitor Hugo Miro, e à minha co-orientadora Me. Vitória Arruda por todos os ensinamentos, orientações, paciência e pelos valiosos ensinamentos que foram fundamentais para a viabilização deste trabalho.

À Universidade Federal do Ceará por todos os ensinamentos transmitidos, pela formação de um senso crítico sólido e por um espaço democrático e rico para o desenvolvimento profissional do engenheiro agrônomo.

Aos meus pais, Giovane Teixeira e Irauneida Portela, pelo amor incondicional, pelo suporte incansável, pela educação íntegra fornecida e pelo investimento na construção de uma base familiar estruturada e sadia. À minha irmã por toda a cumplicidade, amor e por ser uma inspiração de profissional e ser humano, estando sempre ao meu lado nas situações mais importantes ao longo de toda a minha vida.

Aos orientadores de bolsa que contribuíram para minha formação científica e aperfeiçoamento da escrita acadêmica, em especial ao Prof. Dr. Arthur Prudêncio de Araújo Pereira, por sua orientação e apoio.

Ao meu namorado, pelo companheirismo, amor gigantesco, pela amizade irrestrita, pela calma e paciência, por toda a ajuda prestada em toda a minha formação e incentivo constante em cada etapa deste percurso.

E, por fim, à Maggie e à Nala, por toda a alegria, lealdade e pelos ensinamentos silenciosos, mas profundos.

“Outros ainda consideram a terra um organismo vivo, uma parte viva do meio ambiente onde se entrelaçam solo-planta-clima. A terra dá às plantas as condições para crescer; as plantas fornecem à terra matéria orgânica para viver; e da cobertura vegetal que a terra pode manter depende o clima local. (...) Tudo é constituído por ciclos. Cada estágio é importante para que o ciclo se conclua. E tudo que vive em cima da terra é constituído por ela e, por sua vez, a transforma” (Primavesi, 2024, Cartilha da Terra).

RESUMO

A agropecuária desempenha um papel fundamental na economia brasileira, sendo responsável por uma parcela significativa do Produto Interno Bruto. No entanto, a expansão agrícola e a modernização do setor estão diretamente ligadas à disponibilidade de crédito rural, que viabiliza investimentos em infraestrutura, tecnologia e insumos. Neste contexto, o presente estudo objetiva analisar a relação entre a demanda por crédito rural e a expansão da produção agrícola no Nordeste brasileiro entre os anos de 2013 e 2023, considerando variáveis climáticas e regionais que possam influenciar essa dinâmica. Assim, a pesquisa utiliza dados municipais obtidos junto à Matriz de Dados do Crédito Rural do Banco Central do Brasil, ao SIDRA do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e ao Instituto Nacional de Meteorologia. A metodologia adotada baseia-se na aplicação de regressões lineares simples e múltiplas pelo método dos Mínimos Quadrados Ordinários, permitindo estimar o impacto da área plantada sobre a demanda por crédito rural, considerando os efeitos de temperatura, pluviosidade e de *dummies* temporais e espaciais. Os resultados indicam que a expansão da área plantada tem uma relação positiva e estatisticamente significativa com a demanda por crédito, embora essa relação seja inelástica. As condições climáticas também influenciam a demanda por crédito. Enquanto a pluviosidade tem um efeito positivo, o aumento da temperatura reduz significativamente a demanda por financiamento. Além disso, a análise temporal revelou um crescimento expressivo no volume de crédito ao longo do período estudado, com variações associadas a fatores políticos e econômicos. Em relação ao Matopiba, os resultados sugerem que essa região apresenta uma demanda por crédito estatisticamente menor dos demais municípios do Nordeste, mas numericamente inexpressiva. Desse modo, de todos os componentes do Crédito Rural no ano de 2023, o único que destoou em relação à significância foi o relacionado à industrialização, indicando que a área plantada não explica a variação do crédito para industrialização. Portanto, conclui-se que os dados do período analisado confirmaram a hipótese de que a expansão da agricultura aumenta a demanda por crédito. Contudo, este estudo apresenta limitações metodológicas. Métodos mais sofisticados como dados em painéis ou modelos específicos de causalidade trariam maior robustez à conclusão e um entendimento mais preciso da dinâmica da demanda por Crédito Rural no Nordeste Brasileiro.

Palavras-chave: crédito rural; expansão agrícola; Nordeste; financiamento agropecuário; Matopiba.

ABSTRACT

Agriculture plays a fundamental role in the Brazilian economy, accounting for a significant share of the Gross Domestic Product. However, agricultural expansion and sector modernization are directly linked to the availability of rural credit, which enables investments in infrastructure, technology, and inputs. In this context, this study aims to analyze the relationship between the demand for rural credit and the expansion of agricultural production in the Brazilian Northeast from 2013 to 2023, considering climatic and regional variables that may influence this dynamic. Thus, the research uses municipal-level data obtained from the Matriz de Dados de Crédito Rural of the Banco Central do Brasil, the SIDRA of the Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística database, and the Instituto Nacional de Meteorologia. The methodology adopted is based on the application of simple and multiple linear regressions using the Ordinary Least Squares method, allowing the estimation of the impact of planted area on rural credit demand while considering the effects of temperature, rainfall, and temporal and spatial dummies. The results indicate that the expansion of planted area has a positive and statistically significant relationship with credit demand, although this relationship is inelastic. Climatic conditions also influence credit demand. While rainfall has a positive effect, rising temperatures significantly reduce the demand for financing. Additionally, the temporal analysis revealed a significant increase in the volume of credit over the studied period, with variations associated with political and economic factors. Regarding Matopiba, the results suggest that this region has a statistically lower demand for credit than other municipalities in the Northeast, but the numerical difference is insignificant. Furthermore, among all components of Rural Credit in 2023, the only one that stood out in terms of statistical significance was credit for industrialization, indicating that the planted area does not explain variations in industrialization credit. Therefore, it is concluded that the data from the analyzed period confirm the hypothesis that agricultural expansion increases credit demand. However, this study presents methodological limitations. More sophisticated methods, such as panel data analysis or specific causality models, would provide greater robustness to the conclusions and a more precise understanding of the dynamics of rural credit demand in the Brazilian Northeast.

Keywords: rural credit; agricultural expansion; Northeast; agricultural financing; Matopiba.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Evolução do Crédito Rural (1969-2016).....	18
Figura 2 – Mapa Físico dos Municípios da região Nordeste do Brasil e Matopiba	23
Figura 3 – Gráfico de dispersão entre logaritmo do Valor Total de Crédito Rural e o logaritmo da Área Plantada no ano de 2023	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultado da estimação do modelo utilizando a variável Valor Total de Crédito Rural pelo método MQO para o Nordeste em 2023	30
Tabela 2– Resultado da estimação do modelo utilizando a variável Valor de Custeio pelo método MQO para o Nordeste em 2023.....	31
Tabela 3– Resultado da estimação do modelo utilizando a variável Valor de Investimento pelo método MQO para o Nordeste em 2023.....	31
Tabela 4 – Resultado da estimação do modelo utilizando a variável Valor de Comercialização pelo método MQO para o Nordeste em 2023.....	32
Tabela 5 – Resultado da estimação do modelo utilizando a variável Valor de Industrialização pelo método MQO para o Nordeste em 2023.....	32
Tabela 6 – Resultado da estimação do modelo utilizando a variável Valor Total de Crédito Rural pelo método MQO para o Nordeste entre 2013 e 2023	34

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1 Contextualização histórica e econômica da agricultura brasileira.....	15
2.2 Crédito rural no Brasil.....	16
2.2.1 Estudos sobre crédito rural e produção agropecuária.....	19
3 METODOLOGIA.....	23
3.1 Fonte de dados.....	24
3.2 Regressão linear.....	24
3.2.1 Conceitos de regressão linear.....	24
3.2.2 Realização da regressão linear.....	27
3.2.3 Realização da regressão múltipla.....	28
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
4.1 Resultados das regressões lineares de 2023.....	29
4.2 Resultados da regressão múltipla.....	33
4 CONCLUSÃO.....	36
REFERÊNCIAS.....	37
APÊNDICE B.....	42
ANEXO B.....	43

1 INTRODUÇÃO

A agropecuária constitui um dos setores mais importantes para a economia brasileira. A produtividade e a produção agrícola cresceram a partir dos anos 1960. Em 2024, a participação do agronegócio no Produto Interno Bruto (PIB) foi de 21,8%, sendo o setor de serviços o que mais se destacou, seguido pela agropecuária, indústria e insumos (CEPEA, 2024). Entre 1977 e 2017, a produção de grãos passou de 47 milhões de toneladas para 237 milhões (500% de crescimento), enquanto a área plantada aumentou apenas 60% no mesmo período, ocupando, em 2017, cerca de 30% do território nacional (Bolfe, 2018; Barros, 2017; Gasques et al., 2017; Estados Unidos, 2017b; Miranda, 2017).

A expansão da produção agrícola e a modernização tecnológica do setor frequentemente enfrentam desafios associados à restrição de capital. Conforme Ugochukwu e Phillips (2017), a transição tecnológica implica em custos de transação. Então, por conta das assimetrias típicas entre os produtores, os investimentos na modernização resultam em maior percepção de riscos para alguns. Desse modo, alguns aspectos são fundamentais para o uso de novas tecnologias no setor, como a escolaridade, facilidade de uso da inovação e crédito rural para financiar as novas soluções.

O crédito possui papel importante para o desenvolvimento da atividade agrícola. Conforme o Banco Central do Brasil (Brasil, 2025^a), os recursos acessados pelo crédito são importantes para viabilizar investimentos em infraestrutura, máquinas e tecnologia, adquirir insumos, financiar processos de comercialização, industrialização e estratégias que permitem mitigar riscos, como secas, pragas e doenças. No Brasil, os beneficiários são divididos em três categorias principais, que levam em consideração o faturamento anual (Brasil, 2025^b; Brasil, 2025^c): Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), até R\$ 500 mil; Programa Nacional de Apoio ao Médio Produtor Rural (Pronamp), até R\$ 3 milhões; outros programas apresentam diferentes condições.

Em um estudo de Reginato, Cunha e Vasconcelos (2019), ficou demonstrado que a demanda por crédito rural é ampliada com o aumento do PIB agropecuário, ou seja, o crescimento da agropecuária implica no aumento da demanda por crédito rural, evidenciando as relações entre a expansão agrícola e o crédito rural.

O acesso ao crédito é também necessário em momentos de instabilidade econômica ou climática. A partir da revisão feita por Henschel, Queiroz e Gimenes (2023), entende-se que o crédito rural é a principal demanda dos produtores rurais para continuarem na atividade. Contudo, a distribuição do crédito rural é escassa e heterogênea. Os riscos intrínsecos à

atividade rural aumentam as incertezas de pagamentos aos credores, o que inviabiliza um modelo focado apenas em instituições de crédito convencionais. Modelos como o *Barter*, em que ocorre a troca de insumos ou produtos entre produtores e empresas agrícolas, e outras formas de financiamento independentes do governo federal são tendências para garantir a continuidade da produção (Henschel, Queiroz e Gimenes, 2023).

Com efeito, a região Nordeste do Brasil possui predominância do clima semiárido e é caracterizada pelas adversidades climáticas, como as secas cíclicas e altas temperaturas. Esses fatores ligados aos solos rasos dificultam o armazenamento da água, causando maior dependência dos fenômenos climáticos em atividades humanas como a agropecuária (Moura, 2007). As adversidades climáticas têm impacto na produtividade (Müller, 2011) e são variáveis fundamentais ao se avaliar o processo de expansão agrícola na região. Esses fatores trazem maiores incertezas para a região, que podem ser mitigadas com o acesso a crédito.

Nesse contexto, o objetivo deste estudo é analisar quais fatores influenciam a demanda por crédito rural na região Nordeste, entre 2013 a 2023. Para isso, será empregado o método de regressão linear múltipla, estimada por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). Assim, serão utilizados dados em nível municipal provenientes do Banco Central do Brasil (BACEN), da Matriz de Dados do Crédito Rural (MDCR), da Produção Agrícola Municipal (PAM/IBGE) e do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

A hipótese deste estudo é que a demanda por crédito rural no Nordeste está positivamente associada à expansão da área plantada. Além disso, as condições climáticas (temperatura e pluviosidade) influenciam essa relação, podendo intensificá-la ou atenuá-la. Espera-se também que os municípios do Matopiba apresentem uma maior demanda por crédito em relação aos demais, em razão do maior dinamismo desta região. Por fim, considera-se que o volume de crédito destinado ao setor agropecuário evoluiu ao longo do período analisado, refletindo as mudanças nas políticas econômicas e agrícolas.

Este estudo se justifica pois, apesar da ampla gama de estudos sobre crédito rural no Brasil, a maioria das publicações não explora profundamente seus impactos na região Nordeste, que tem apresentado notável desenvolvimento agropecuário ao longo dos anos, especialmente em áreas como o MATOPIBA (Ribeiro *et al.*, 2023). Além disso, há uma lacuna na literatura quanto à relação entre a demanda por crédito rural e a expansão da área plantada na região Nordeste, tornando-se necessário o desenvolvimento de novos trabalhos voltados para essa temática. O diferencial deste trabalho está na associação dessa demanda com variáveis climáticas, *dummy* do Matopiba e *dummies* anuais.

Assim, este estudo está estruturado em cinco seções, além desta introdução. Na segunda seção consta uma revisão da literatura, compreendendo o avanço da agropecuária a partir do século XX, bem como o histórico do crédito rural e evidências empíricas acerca dessa política no Brasil. A terceira seção apresenta a metodologia empregada. A quarta seção dispõe dos resultados e discussão, a partir dos objetivos declarados. Por fim, na quinta seção, têm-se as considerações finais, com a apresentação dos principais resultados, bem como as limitações da pesquisa e perspectivas futuras sobre a temática.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Esta seção apresenta, como primeiro tópico, as mudanças históricas e econômicas da agricultura brasileira, com enfoque nas transformações promovidas pela institucionalização do crédito rural a partir de 1965. No segundo tópico, abordam-se aspectos relativos às alterações do crédito rural, além do estudo sobre algumas modalidades de financiamento existentes no país, incluindo o subtópico que trata de diferentes estudos e seus impactos na agricultura nacional.

2.1 Contextualização histórica e econômica da agricultura brasileira

Conforme Castro (2017), a agropecuária é a atividade econômica que alicerça as bases da economia do Brasil desde a época colonial. Prova disso foram os diferentes ciclos econômicos do passado até os dias de hoje, como o da cana-de-açúcar, algodão, café e soja. Segundo Langevin (2018), mesmo com as mudanças na economia política da Era Vargas (1930-1945), em que houve grande processo de industrialização no país, a agricultura continuou com certo protagonismo no PIB nacional. Atualmente, para além do PIB, as exportações agrícolas garantem estabilidade fiscal e econômica para o país. Esse protagonismo se consolidou após 1960, em que houve uma mudança de paradigma das tecnologias utilizadas no campo (Langevin, 2018).

Comin (2021) cita que as principais tecnologias empregadas foram a mecanização agrícola, uso de adubos minerais solúveis, sementes híbridas e defensivos agrícolas. Essa mudança na tecnologia de produção foi chamada de Revolução Verde, cujos primeiros experimentos foram no México, a partir do melhoramento genético de sementes de trigo adaptadas às condições climáticas do país e aos fitopatógenos lá existentes.

De acordo com Campagnolla e Macêdo (2022), esse processo de modernização da agricultura brasileira, a partir de 1964, data que marca do início da ditadura militar, foi alicerçado em 3 bases distintas: pesquisa agropecuária, observada a partir da criação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA); assistência técnica, representada pela Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMBRATER), oriunda da Associação de Crédito e Assistência Rural (ACAR), que surgiu em 1948; e crédito rural subsidiado, com o objetivo de se financiar os insumos e os capitais para a produção.

A nova agricultura focou na produção de alimentos básicos ou *commodities*¹. A partir desses incentivos houve aumento da produção pela expansão das fronteiras agrícolas, aumento da produtividade e consequente aumento das exportações, resultando em uma balança comercial mais equilibrada. Entretanto, esse modelo permitiu concentração de renda e terras, problemas ambientais como o desmatamento, redução da biodiversidade e a simplificação dos sistemas produtivos (Campagnolla e Macêdo, 2022; Dias e Miziara, 2022).

A partir da década de 1980, sob a pressão para aumento das exportações, foi necessário maiores investimentos para o aumento da produtividade das áreas agrícolas, haja vista a consolidação das novas tecnologias e expansão para o Centro-Oeste, conforme Dias e Miziara (2022). Nesse sentido, entre os anos 1980 e 1990, as regiões Norte e Nordeste surgem como as mais recentes fronteiras agrícolas (Pintor e Piacenti, 2016; Langevin, 2018). Um marco nesse processo foi o Programa de Desenvolvimento dos Cerrados (Prodecer), da Embrapa. Desse modo, com vistas à integração nacional, houve incentivo para que os produtores da região mais central do cerrado migrassem para o sentido nordeste, correspondentes a parte dos Estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, o MATOPIBA (Boechat *et al.*, 2023).

Com efeito, o avanço do agronegócio empresarial e agroexportador surge atualmente rompendo as barreiras do cerrado e adentrando outros biomas de transição do Nordeste, como caatinga e mata-dos-cocais, causando intensas transformações econômicas e de paisagem. Os principais avanços se dão a partir da fruticultura irrigada e grãos. Esse avanço reflete na economia da região a partir da geração de emprego e renda e no desenvolvimento do mercado pelo fornecimento de insumos e bens de capital, indicando o potencial econômico da região para o setor (Oliveira, Dörner e Schneider, 2020).

Contudo, apesar da grande expansão da soja na região, são necessárias diversas medidas para acelerar o desenvolvimento regional, como: ferrovia Nova Transnordestina e a ferrovia Oeste-Leste (FIOL) para interligar os mercados, além de escoar a produção; de mão-de-obra especializada na região que seja capaz de lidar com as novas demandas do agronegócio; resolução de conflitos agrários e ambientais para garantir segurança jurídica (Oliveira, Dörner e Schneider, 2020). Assim, o financiamento das obras de infraestrutura e dos investimentos privados se mostra essencial para o pleno desenvolvimento da região.

2.2 Crédito rural no Brasil

¹ *Commodities* são bens primários ou semielaborados, como produtos agrícolas e minerais, com preços definidos globalmente, limitando o controle dos produtores locais. Essa dinâmica econômica surgiu nos Estados Unidos no século XIX.

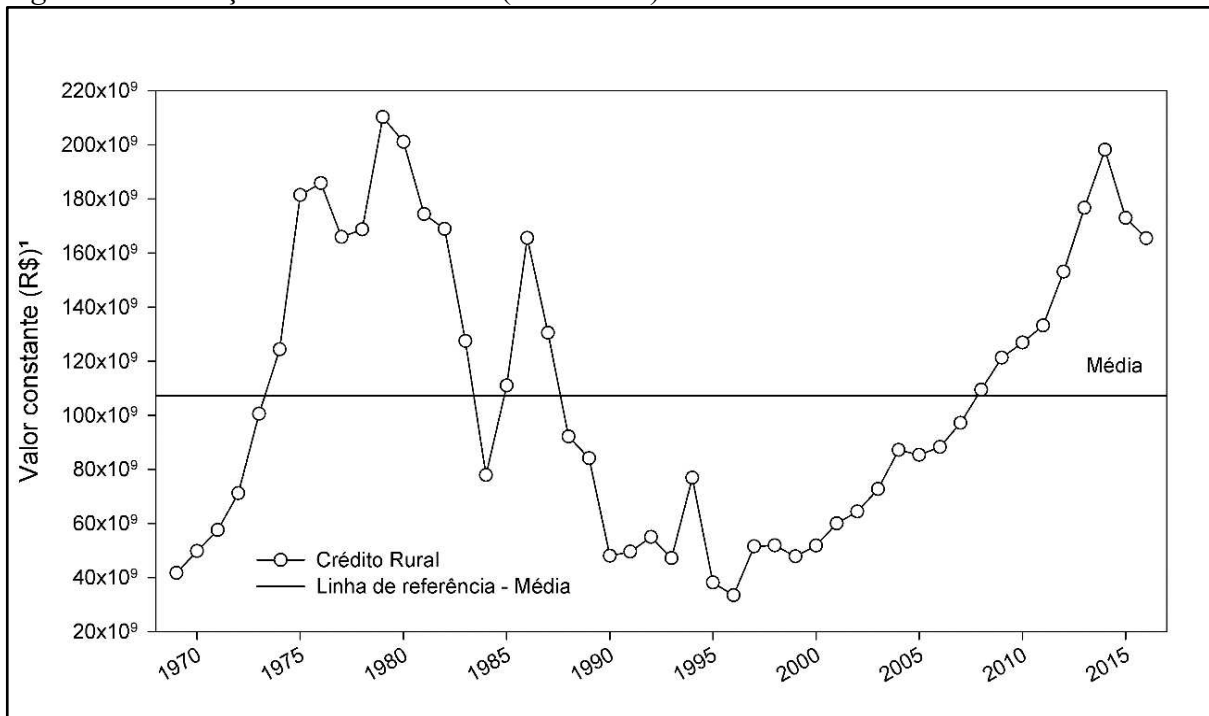
A agricultura é uma atividade de grande risco, oriundo de fatores como clima, ambiente econômico, sazonalidade da produção, diferenças regionais e complexidade dos processos biológicos. Nesse contexto, são essenciais medidas para mitigar esses riscos e permitir a permanência dos agricultores nessa atividade. Existem mecanismos para minimizar o risco, como a inovação tecnológica, estratégia de produção e melhorias na comercialização. Esses artifícios são alcançados a partir de investimentos, cuja principal fonte de recursos é o crédito rural, que constitui a principal política de desenvolvimento agrário (Ullah *et al.*, 2017).

O crédito rural consiste em um financiamento ao setor agrícola e pode ser usado para diversos fins na propriedade rural. As finalidades do crédito rural são: crédito de custeio, cujo objetivo é cobrir as despesas ao longo do ciclo produtivo; crédito de investimento, destinado para a aquisição de bens ou serviços ao longo de vários ciclos produtivos; crédito de comercialização, o qual se destina a cobrir gastos para viabilizar a comercialização da safra; e crédito de industrialização, que objetiva financiar a industrialização de produtos agropecuários (Brasil, 2025).

Conforme o Banco Central (Brasil, 2025), as fontes de financiamentos do crédito rural advêm de depósitos à vista, depósitos de poupança rural, emissão de Letras de Crédito do Agronegócio (LCA), fontes fiscais como o BNDES e fundos constitucionais e recursos próprios das Instituições Financeiras. Silva e Lapo (2013) relatam que o primeiro programa de crédito foi a Carteira de Crédito Agrícola e Industrial, na era Vargas, para financiar os cafeicultores, sob tutela do Banco do Brasil, mas a medida surtiu pouco efeito. Institucionalmente, o crédito rural surgiu em 1965, com a criação do Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR), a partir da lei 4.829/65 sob responsabilidade do Conselho Monetário Nacional (CMN), do qual o Banco Central é membro.

Ainda de acordo com Silva e Lapo (2013), o grande aporte financeiro do tesouro nacional e as recorrentes emissões de moeda para suprir as demandas dos produtores rurais, somadas às crescentes intervenções na economia pelo Estado brasileiro, pôs em xeque as políticas de financiamento na década de 1980, visto que a inflação alcançou valores exacerbados. Portanto, em 1990, houve aumento da atuação de bancos privados na operação de crédito rural na ordem de 12,3% do total. Em 2010, já eram 41,9%, indicando mudança na política de crédito rural. Com base em Sousa *et al.* (2017), os valores destinados ao crédito rural sofreram grandes flutuações ao longo dos anos, resultantes das mudanças na política do governo central, como pode ser observado na Figura 1.

Figura 1 – Evolução do Crédito Rural (1969-2016)



Fonte: Sousa *et al.*, (2017).

Silva e Lapo (2013) apontam que, dentre as muitas mudanças, é notável a aprovação da lei 1.076/2004, em que se criou cinco novos títulos: CDCA/WA (Certificado de Depósito Agropecuário e Warrant Agropecuário), LCA (Letra de Crédito do Agronegócio), CRA (Certificado de Recebíveis do Agronegócio) e CDCA (Certificado de Direitos Creditórios do Agronegócio). Esses títulos surgiram como fonte de captação de recursos, diminuindo a pressão sobre o cofre do tesouro. De acordo com o Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA, 2024), os recursos provenientes da LCA em 2024 somaram 108 bilhões de reais, destinados para a emissão de Cédulas do Produto Rural (CPR). Com a inclusão dos incentivos do novo Plano Safra 2024/2025, no valor de 400,59 bilhões de reais, o montante total destinado ao desenvolvimento do agronegócio alcançou 508,59 bilhões de reais.

Segundo Rocha e Ozaki (2020), a modernização das fontes de financiamento permitiu mudanças estruturais. Em 2003, 28% dos recursos eram oriundos do SNCR, enquanto 72% do valor eram oriundos de fontes como fundos próprios dos produtores, empréstimos de familiares, manufaturados de insumos, *traders* e bancos privados. Essas mudanças também permitiram democratizar o destino do crédito rural, a exemplo da criação, em 1996, do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), com foco integral na agricultura familiar. Em 2012, também foi criado o Plano Safra da Agricultura Familiar. Desse

modo, somado ao Plano Agrícola e Pecuário (PAP) ou Plano Safra, os dois planos abrangeram de forma integrada todas as modalidades de produtores.

Além do Pronaf, existe o Programa Nacional de Apoio ao Médio Produtor Rural (Pronamp). Esse programa fica contido nas normas gerais de crédito rural. Segundo o Manual de Crédito Rural (MCR, 2021), o programa se destina para os produtores rurais que possuem renda bruta anual de até três milhões de reais, incluindo atividades agropecuárias ou não. Contudo, pelo menos 80% da fonte de renda deve vir da atividade rural.

Diversas fontes de recursos são disponibilizadas para os produtores rurais. Um programa de financiamento rural que demonstrou bons resultados foi o Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura (Plano ABC), sendo uma linha de crédito específica aprovada pelo BCB. Segundo o MAPA (MAPA, 2023) e Conceição (2022), com vistas a cumprir o Acordo de Paris, a partir das metas estabelecidas na Agenda 2030, o governo brasileiro criou esse plano para o agronegócio, responsável pela maior parte das emissões GEEs do país. O plano ABC funciona a partir de liberação de recursos para que os produtores se adequem a tecnologias que mitiguem a emissão de Gases do Efeito Estufa (GEEs), sendo um exemplo de como o crédito rural pode impactar a atividade agropecuária.

2.2.1 Estudos sobre crédito rural e produção agropecuária

Em uma revisão de literatura, Rocha e Ozaki (2020) constataram que o crédito rural teve efeitos positivos como a melhoria do bem-estar social e redução das disparidades econômicas, estímulo ao crescimento do PIB e modernização da agricultura. Contudo, algumas controvérsias e desafios também foram apontadas, como a falta de consenso da literatura sobre a influência do crédito agrícola em relação à produtividade, a integração falha entre crédito rural e extensão rural, a concentração de recursos a regiões específicas como a Sul e a Centro-Oeste e a baixa diversificação do crédito fornecido.

Hartarska e Shen (2015) tiveram por objetivo analisar a relação entre crédito rural e crescimento econômico de áreas rurais no Estados Unidos da América (EUA). A metodologia utilizada se deu a partir do uso de dois conjuntos de dados em painel, um representando dados estaduais e outro de dados regionais. Também foi utilizado modelos de efeito fixo para avaliar se a oferta de crédito causa o aumento do PIB. Os dados de crescimento e inflação foram obtidos a partir do Bureau of Economic Analysis, dados da população rural foram obtidos a partir do CENSO dos EUA, e demais dados foram obtidos a partir de instituições financeiras de crédito.

O estudo apontou uma correlação entre a liberação de crédito e o crescimento do PIB. Também foi demonstrado que o PIB agrícola cresceu mais em períodos de maior crescimento econômico geral, até o ponto em que a taxa de juros atingia níveis muito elevados.

Medeiros *et al.* (2017) examinaram o impacto do crédito rural na produção agrícola brasileira, considerando o período de 2006 a 2014. Além da produção agrícola, analisaram fatores como área plantada, uso de fertilizantes e máquinas e implementos agrícolas. A metodologia escolhida foi o Vetor de Correção de Erros (VEC). As fontes de dados foram a Conab, BACEN, Associação Nacional para Difusão de Adubos (Anda) e Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (Anfavea). No longo prazo, o crédito rural não apresentou impacto na produção, apesar de que houve aumento de todos os fatores analisados. A venda de fertilizantes e máquinas agrícolas teve efeitos positivos na produção desde o início. A autocrítica feita foi por conta da análise agregada do crédito rural, sem distinção entre investimentos, custeio e comercialização.

Reginato, Cunha e Vasconcelos (2019) relacionaram crédito rural e o nível de atividade agropecuária, entre 2002 e 2014, com o objetivo de estimar se a demanda por crédito antecede a oferta ou se a oferta de crédito atua na ampliação da produção. O trabalho usou como metodologia os métodos de causalidade de Granger para dados em painel e testes de causalidade e um modelo de dados em painel dinâmico a partir de um estimador System-GMM. Os resultados mostraram acréscimo de 1.255% no crédito e o PIB agropecuário respondeu com aumento de 510%. Os testes de causalidade demonstraram que o PIB agropecuário causa crédito rural no sentido de Granger, indicando que a demanda por crédito é impulsionada pelo crescimento do setor, sendo corroborado pelos resultados dos dados em painel dinâmico, em que o efeito do crescimento econômico é mais importante para o crédito do que o contrário.

Guedes, Almeida e Siqueira (2021) estudaram o efeito do microcrédito rural, no caso o Programa Agroamigo, no Valor Bruto de Produção (VBP), nos municípios do Nordeste, entre os anos de 2005 e 2015. A metodologia utilizada foi o Método Diferenças em Diferenças (DD), ou *Diff-in-Diff*, com controle para efeito fixo, a partir de variáveis controle e de impacto. Os dados foram obtidos no Banco do Nordeste (BNB), PAM (IBGE), e Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). Os resultados apontam impacto significativo apenas para a atividade pecuária, mas com retorno de apenas 0,1% para a produção a partir de 10 anos de exposição ao crédito. Na agricultura, o resultado foi não significativo.

Dias, Silva e Costa (2022) investigaram a influência do crédito rural sobre a produção das lavouras temporárias na região Nordeste. Foram avaliados o Valor Bruto de Produção (VBP) de culturas temporárias, área colhida e o volume total de crédito rural, cujos dados foram

obtidos no Banco Central (BACEN) e na Pesquisa Agrícola Municipal (PAM) do IBGE. Utilizou-se dados em painel e, por conta da heterogeneidade dos dados, optou-se pelo modelo de efeitos aleatórios (MEA) cuja estimativa é feita por Mínimos Quadrados Generalizados (MQG). O resultado indicou que o crédito rural proporcionou aumento das variáveis estudadas, sobretudo nas áreas que não correspondem ao semiárido e que possuem polos de irrigação.

Freitas, Silva e Teixeira (2022) objetivaram estudar o efeito da política de crédito (Crédito rural, Pronaf e outras fontes de crédito) sobre duas medidas de desempenho: valor bruto da produção (VBP) e eficiência técnica. O VBP foi analisado a partir do método de balanceamento por entropia seguida de regressão por mínimos quadrados ordinários (MQO) utilizando dados do Censo Agropecuário de 2017 (IBGE). Para a eficiência técnica, foi feita uma estimativa das fronteiras estocásticas de produção com variáveis *dummies* para cada estado e os dados foram obtidos a partir do BACEN. Para o crédito rural com alta taxa de recebimento, houve aumento de 18,2% do VBP e levou a aumentos na renda familiar rural. Em relação ao PRONAF, houve aumento de 12,4% do VBP, apresentando o menor valor dos 3 tratamentos. Em relação a outras fontes, houve aumento de 24,6% na VBP. A maior eficiência média foi encontrada na fonte de financiamento “outras fontes”, cujo escore foi de 80%, seguido de crédito rural e Pronaf, com 79% e 56,7% respectivamente.

Torres, Filho e Pereira (2022) avaliaram as relações entre a demanda por crédito rural (Pronaf e Pronamp), a área produzida, o emprego e a rentabilidade da agricultura no Rio Grande do Sul, de 2013 a 2019. Utilizou-se dados em painel para detectar os fatores que levaram à melhoria da produtividade e Panel Vector Autoregression (PVAR) para analisar os impactos, incluindo testes de raiz unitária e cointegração. Os dados do Pronaf e Pronamp foram obtidos a partir do BACEN. Os dados de emprego foram adquiridos na Relação Anual de Informações Sociais (RAIS). Área plantada e Valor de Produção Agrícola foram obtidos a partir do IBGE. O Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) foi utilizado para corrigir as séries de crédito e produção. Os resultados indicaram que o crédito rural apresentou pouca influência em emprego, área plantada e produtividade agrícola no período. A demanda por crédito rural apresentou impacto positivo na área plantada e a área plantada mostrou efeito negativo sobre a produtividade.

Nogueira *et al.* (2023) buscaram identificar o papel do crédito rural e o crescimento econômico agrícola entre 1969 e 2018. Os métodos utilizados foram a correlação de Pearson e a análise de regressão linear. Os dados foram obtidos a partir do BACEN, com valores atualizados pelo IGP-PI, *Food and Agriculture Organization* (FAO), IBGE e Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA). Os dados apontaram

correlação positiva entre: crédito rural com aumento do número de maquinários; quantidade de fertilizantes e produtividade; área cultivada e produção agrícola. Por fim, os autores concluem que o crédito rural foi essencial para o crescimento do PIB agropecuário do país.

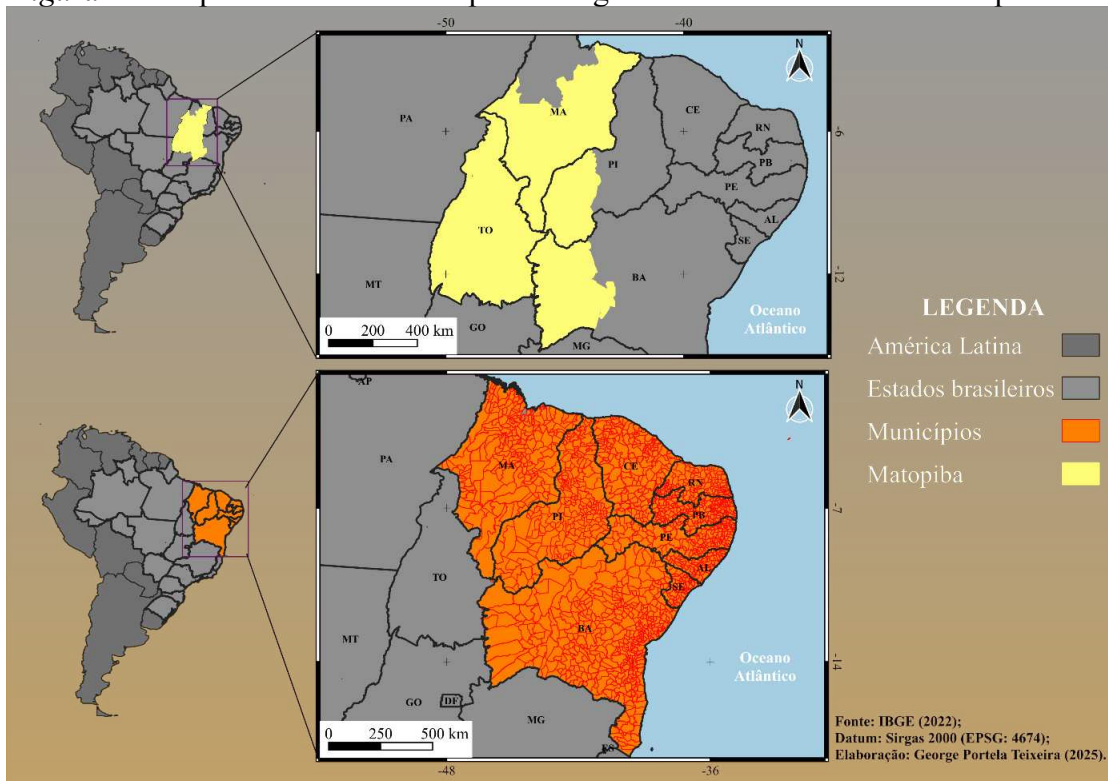
Sobreira *et al.* (2024), estimaram os efeitos regionais do crédito rural sobre a produção agrícola, dado o acesso heterogêneo entre as regiões brasileiras. Os métodos utilizados foram Efeito Médio do Tratamento sobre o Tratado (ATT), regressão e balanceamento por entropia. Os dados foram obtidos a partir do Censo Agropecuário de 2017 (IBGE) em que a amostragem consistiu em 4.883 municípios tratados e 753 municípios controles. Os efeitos do crédito rural variaram entre regiões: positivos no Sul e Centro-Oeste, onde o acesso é maior, e estatisticamente nulos no Norte, Nordeste e Sudeste, onde é mais restrito. Na agricultura familiar, o Sul recebeu mais de 60% do crédito, enquanto o Nordeste, com metade dos estabelecimentos, ficou com 26%, embora tenha aumentado de 6% para 26% em dez anos.

3 ASPECTOS METODOLÓGICOS

Esta seção tem por objetivo indicar os aspectos metodológicos abordados nesse estudo. Assim, esse tópico foi dividido em duas subseções. A primeira, corresponde às fontes de dados utilizadas. Nela constam dados em nível municipal provenientes do Banco Central do Brasil (BACEN), da Matriz de Dados do Crédito Rural (MDCR), da Produção Agrícola Municipal (PAM/IBGE) e do INMET. A segunda, é dividida em dois subtópicos: 3.2.1 e 3.2.2. O primeiro descreve o método de regressão múltipla a ser empregada. O segundo estabelece de que modo o procedimento de criação da regressão foi realizado.

Os dados obtidos foram selecionados a nível de município, onde filtros foram inseridos para selecionar apenas aqueles da região Nordeste do Brasil. Conforme os dados oriundos da base de dados do IBGE, a região possui nove Estados: Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe. Ao todo, são contabilizados 1.794 municípios. Em relação ao Matopiba, apenas parte dos Estados do Maranhão, Piauí e e Bahia fazem parte, além da totalidade do Estado do Tocantins. O mapa da região Nordeste e do Matopiba pode ser visualizado na Figura 2.

Figura 2 – Mapa Físico dos Municípios da região Nordeste do Brasil e Matopiba



Fonte: Teixeira (2025).

3.1 Fonte de dados

Este estudo utilizou os dados da plataforma SIDRA, mais especificamente da Produção Agrícola Municipal, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Os dados coletados foram os da tabela 1612, correspondente às Informações Sobre Culturas Temporárias. Os dados foram extraídos e filtrados a partir do API do SIDRA, com uso da biblioteca *sidrapy*. Os dados foram filtrados a nível de municípios inseridos na região Nordeste. A variável de interesse foi a Área Plantada (AP). O período escolhido foi entre 2013 e 2023.

Os dados referentes ao crédito rural foram obtidos a partir da Matriz de Dados do Crédito Rural, do Banco Central, e corrigidos para o ano de 2023, utilizando o Índice Geral de Preços (IGP-DI) da Fundação Getúlio Vargas (FGV). A extração dos dados foi feita usando a API do BACEN, no período entre 2013 e 2023, também a nível municipal. Os valores presentes na nova tabela foram referentes ao Valor Custeio, Valor Investimento, Valor Comercialização e Valor Industrialização. Esses valores representam as finalidades do crédito rural.

Os dados climáticos obtidos do Inmet foram a temperatura média anual e a pluviosidade acumulada para o ano. Ao todo, são utilizadas 151 estações meteorológicas pelo INMET na região. Duas delas, a estação do Arquipélago de São Pedro e São Paulo e do Arquipélago de Abrolhos foram desconsideradas para minimizar erros na interpolação. Para converter os dados extraídos das estações em nível municipal, foi feita uma interpolação pelo método Ponderação pelo Inverso da Distância (IDW), em que há a estimação de valores desconhecidos com base em pontos próximos, atribuindo maior peso aos mais próximos por meio do inverso da distância elevada a uma potência. O software utilizado foi o QGIS (3.28.3). Com esse resultado, foi utilizada a função “estatística zonal” para inferir, por média, os valores referentes a cada município ao longo do período que varia de 2013 a 2023.

3.2 Regressão linear

3.2.1 Conceitos de regressão linear

Na análise de regressão linear múltipla, estuda-se a relação entre uma variável dependente (VD) e duas ou mais variáveis explanatórias (VE), que se apresentam de forma linear (Gujarati e Porter, 2011). O modelo de regressão que utiliza valores da população segue a função de regressão populacional (FRP), descrita na Equação 1. Contudo, em geral, não se trabalha com populações, mas sim com amostras. Dessa forma, o objetivo da regressão é

estimar uma função de regressão amostral (FRA), representada pela Equação 2, que se aproxime ao máximo de FRP, de modo que a variável dependente populacional (Y_i) possua média igual à variável dependente amostral (\hat{Y}_i).

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_i X_i + u_i \quad (1)$$

em que: Y_i é a variável dependente (explicada ou resposta); β_1 é o intercepto (valor de Y_i quando as VE são iguais a zero); β_2, \dots, β_i são os parâmetros populacionais; X_{2i}, \dots, X_i são as variáveis independentes (explanatórias ou explicativas); e u_i é o termo de erro estocástico.

$$\hat{Y}_i = \hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2 X_{2i} + \dots + \hat{\beta}_i X_i + \hat{u}_i \quad (2)$$

em que: \hat{Y}_i é o valor estimado da variável dependente (\hat{Y}_i); $\hat{\beta}_1$ é o intercepto; $\hat{\beta}_2, \dots, \hat{\beta}_i$ são os parâmetros populacionais estimados; X_{2i}, \dots, X_i são as variáveis independentes (explanatórias); \hat{u}_i é o termo residual (Gujarati e Porter, 2011).

No caso da FRP, existe um erro estocástico ou aleatório associado, já na FRA o erro amostral é definido como termo residual. Com efeito, para que os valores de FRA se aproxime de FRP, deve-se aproximar os valores dos estimadores amostrais aos valores dos parâmetros populacionais.

As variáveis analisadas neste estudo são de natureza estocástica, o que significa que possuem distribuições probabilísticas. Assume-se que essas variáveis não apresentam multicolinearidade, ou seja, não possuem relações lineares exatas entre si, embora possam existir relações não lineares. A linearidade, portanto, parte dos parâmetros. A estimação dos coeficientes parciais de regressão será realizada por meio do estimador de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) (Equação 3), que tem como objetivo minimizar a soma dos quadrados dos resíduos, definidos como as diferenças entre os valores observados e os valores previstos pelo modelo. As Equações 4 e 5 demonstram como determinar os parâmetros de $\hat{\beta}_1$ e $\hat{\beta}_2$ respectivamente (Gujarati e Porter, 2011).

$$\min \sum \hat{u}_i = \sum (Y_i - \hat{\beta}_1 - \hat{\beta}_2 X_{2i} - \dots - \hat{\beta}_i X_i)^2 \quad (3)$$

No caso de um modelo com dois regressores, X_2 e X_3 , por exemplo, os coeficientes são estimados a partir das seguintes equações:

$$\hat{\beta}_1 = \bar{Y} - \hat{\beta}_2 \bar{X}_{2i} - \dots - \hat{\beta}_i \bar{X}_i \quad (4)$$

$$\hat{\beta}_2 = \frac{(\sum y_i X_{2i})(\sum X_{3i}^2) - (\sum y_i X_{3i})(\sum X_{2i} X_{3i})}{(\sum X_{2i}^2)(\sum X_{3i}^2) - (\sum X_{2i} X_{3i})^2} \quad (5)$$

$$\hat{\beta}_3 = \frac{(\sum y_i X_{3i})(\sum X_{2i}^2) - (\sum y_i X_{2i})(\sum X_{2i} X_{3i})}{(\sum X_{3i}^2)(\sum X_{2i}^2) - (\sum X_{2i} X_{3i})^2} \quad (6)$$

Com o objetivo de garantir precisão nos valores estimados dos parâmetros, calcula-se o erro padrão (EP) dos estimadores, que é definido como a raiz quadrada da variância do estimador, conforme apresentado na Equação 7.

$$EP(\hat{\beta}_i) = \sqrt{\text{var } \hat{\beta}_i} \quad (7)$$

O coeficiente de determinação (R^2) avalia a qualidade do ajuste de um modelo de regressão, indicando a proporção da variância da variável dependente que pode ser explicada pelas variáveis explanatórias. Seus valores variam entre 0 e 1, sendo que, quanto mais próximo de 1, melhor o ajuste do modelo aos dados e maior sua capacidade explicativa (Gujarati e Porter, 2011). A equação que define o valor de R^2 é apresentada na Equação 8.

$$R^2 = \frac{SQE}{STQ} \quad (8)$$

em que: SQE é a soma de quadrados explicada pela regressão; e STQ é a soma total de quadrados.

Uma vez definidos os valores dos parâmetros estimados, é necessário realizar um teste de hipótese. O objetivo desse teste é avaliar se os valores estimados dos parâmetros diferem, de forma estatisticamente significativa, dos valores dos parâmetros populacionais, dentro de um determinado nível de significância (α). Por convenção, os níveis mais utilizados são 1%, 5% ou 10%. Nesse contexto, formulam-se a hipótese nula (H_0) e a hipótese alternativa (H_1). A H_0 pressupõe que não há diferença entre os valores populacionais e os estimados, sendo sempre uma hipótese simples. Já a H_1 indica que há diferença, podendo ser simples, resultando em uma hipótese unicaudal, ou composta, resultando em uma hipótese bicaudal.

Os testes de hipóteses convencionais são os testes t e F. A limitação desses testes é que eles assumem que o erro estocástico segue distribuição normal, com média zero e variância constante, além de homoscedasticidade e independência dos erros. O teste t é um teste de significância que analisa os coeficientes estimados pela regressão individualmente e é descrito na Equação 9. Quanto maior o valor absoluto de t, maior a probabilidade de se rejeitar H_0 , ou seja, de o teste se situar na região crítica e seu valor ser considerado significativo. Esse valor depende do número de graus de liberdade (Gujarati e Porter, 2011).

$$t = \frac{\hat{\beta}_i - \beta_i}{EP(\hat{\beta}_i)} \quad (9)$$

Outro objetivo importante do teste de hipóteses é avaliar a significância geral da regressão amostral, verificando se pelo menos uma das variáveis explanatórias tem impacto na variável dependente. Para isso, é utilizado o teste F, que testa simultaneamente todos os

coeficientes da regressão múltipla. A hipótese H_0 assume que todos os coeficientes de regressão são iguais a zero, enquanto H_1 assume que pelo menos um coeficiente é diferente de zero. O cálculo do teste F é realizado a partir da decomposição de variância na Análise de Variância (ANOVA), conforme apresentado na Equação 10. Se o valor de F calculado for maior que o valor de F tabelado, rejeita-se H_0 (Gujarati e Porter, 2011).

$$F = \frac{SQE (k - 1)}{SQR/(n - k)} \quad (10)$$

em que: SQE é a Soma dos Quadrados Explicados e SQR é a Soma dos Quadrados dos Resíduos. $k - 1$ são os graus de liberdade do numerador. $n - k$ são os graus de liberdade do denominador.

Para avaliar a significância dos testes, introduz-se o valor-p, que reflete a probabilidade exata de cometer um erro do Tipo 1. O valor p depende da distribuição e do teste utilizado, sendo aplicável tanto ao teste t quanto ao teste F. Esse valor é determinado por tabela e reflete a probabilidade de se obter um valor tão extremo ou mais extremo do que o estipulado pelo teste. Quanto maior os valores dos testes t ou F, menor será o valor p, o que aumenta a confiança para rejeitar H_0 . Assim, aceita-se a hipótese alternativa quando o valor p for menor do que o nível de significância (α) adotado (Gujarati e Porter, 2011).

3.2.2 Realização da regressão linear

Foi realizada uma regressão linear simples utilizando o estimador MQO entre o logaritmo do Valor Total de Crédito Rural e o logaritmo da Área Plantada no ano de 2023. Além dessa análise, outras estimativas foram realizadas utilizando variáveis desmembradas, como Valor de Investimento, Valor de Custeio, Valor de Comercialização e Valor de Industrialização, atuando como variáveis dependentes. As variáveis foram transformadas em log-log, ou seja, \log_VT , \log_VC , \log_VI , \log_VCm e \log_VIn , cujos valores foram convertidos em logaritmo, sendo o modelo representado pela Equação 10.

$$\ln(y_i) = \beta_1 + \beta_2 \ln(X_i) + \epsilon_i \quad (11)$$

O objetivo de aplicar o logaritmo foi reduzir a amplitude dos dados e aproximá-los de uma distribuição mais normal. Os dados foram processados utilizando a linguagem *Python*, com o ambiente *Google Colab*. As bibliotecas utilizadas foram *Pandas*, *Numpy*, *Statsmodels.api*, *Seaborn* e *Matplotlib.pyplot*. As tabelas referentes à área plantada e ao crédito rural foram combinadas por meio da função *merge*. Em seguida, os dados foram convertidos para logaritmo, permitindo uma análise sobre os valores marginais de cada variável. Um gráfico

de dispersão foi gerado com a função *sns.jointplot*. Após a construção do gráfico, foi adicionado o intercepto (β_1) e o modelo foi estimado utilizando a função *sm.OLS(y, X).fit()*.

3.2.3 Realização da regressão múltipla

A regressão múltipla foi realizada a partir do MQO utilizando Valor Total de Crédito Rural como variável dependente. As variáveis independentes em que houve a conversão para logaritmo foram: Área Plantada, a Temperatura Média Anual e Pluviosidade Anual Acumulada. Além disso, foram criadas variáveis binárias, ou *dummies*, diferentes: de municípios do Matopiba (assumem 1, se os municípios pertencerem a essa fronteira e 0, caso contrário), e de anos (2014 a 2023), utilizando 2013 como ano de referência, que não aparecerá na regressão como variável para evitar multicolinearidade (Gujarati e Porter, 2011). O modelo pode ser representado pela Equação 12.

$$\ln(VITotal) = \beta_1 + \beta_2 \ln(\text{Área}) + \beta_3 \ln(\text{Pluviosidade}) + \beta_4 \ln(\text{Temperatura}) + \beta_5(\text{Matopiba}) + \sum_{t=2014}^{2023} \beta_{tAnot} + \epsilon_i \quad (12)$$

As variáveis *dummies* Matopiba e Intervalo de Anos foram utilizadas para comparar, respectivamente, o Valor Total de Crédito entre os municípios do Matopiba e os demais do Nordeste e avaliar a variação desse valor em cada ano do período em relação ao ano de referência. O processamento dos dados foi feito a partir do Google Colab, utilizando-se a linguagem *Python*. As bibliotecas utilizadas foram *Pandas*, *Numpy*, *Statsmodels.api*, *Seaborn* e *Matplotlib.pyplot*. Para facilitar o entendimento da evolução do crédito em relação ao ano de 2013, pode-se convertê-los para porcentagem a partir da Equação 13.

$$\% \Delta Y = (e^\beta - 1) \times 100 \quad (13)$$

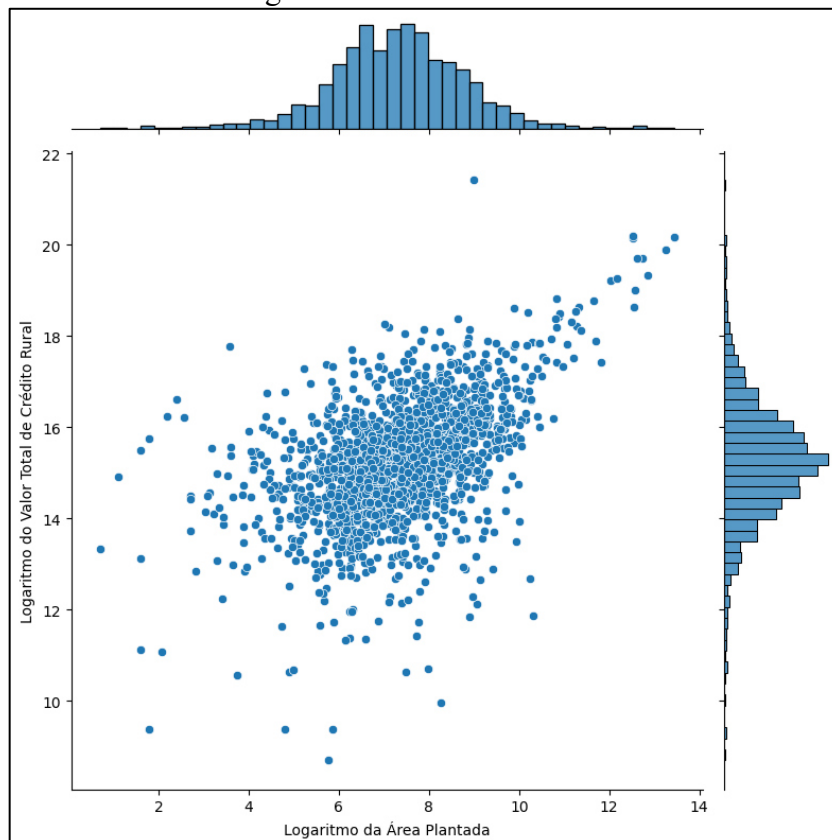
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção apresentara os resultados das regressões simples realizadas no estudo durante o ano de 2023 e também os resultados das regressões múltiplas ao longo do período de 2013 e 2023, objetivando-se comparar os resultados.

4.1 Resultados das regressões lineares de 2023

A figura 3 apresenta a dispersão entre o logaritmo do Valor Total de Crédito Rural (\log_VI_{Total}) e o logaritmo da Área Plantada (\log_AP). A partir da tendência observada, nota-se uma relação positiva entre as variáveis. No entanto, a grande dispersão dos pontos sugere que outras variáveis podem estar influenciando a demanda por crédito rural. As distribuições dos dados indicam que \log_VI_{Total} e \log_AP seguem padrões próximos da normalidade, embora ainda apresentem algumas assimetrias.

Figura 3 – Gráfico de dispersão entre logaritmo do Valor Total de Crédito Rural e o logaritmo da Área Plantada no ano de 2023



Fonte: Elaborada pelo autor.

Diversas variáveis podem influenciar a demanda por crédito rural. Caso incluídas na regressão, poderiam proporcionar uma explicação mais realista para o fenômeno. Hananu, Abdul-Hanan e Zakaria (2015) observaram que fatores como o tamanho da propriedade, idade, nível de educação formal, adesão ao grupo e fonte de crédito impactam essa demanda. Chandio *et al.* (2020) concluíram que variáveis como educação formal, experiência agrícola, tamanho da propriedade, acesso a rodovias e contatos com serviços de extensão também desempenham um papel importante na demanda por crédito.

A Tabela 1 apresenta os resultados da estimação da regressão simples. O valor do intercepto foi de 12,16 e o do coeficiente angular (β_2) foi de, aproximadamente, 0,42. Isso indica que um aumento médio de 1% na área plantada está associado a um aumento de, aproximadamente, 0,42% no valor de crédito contratado, indicando que a demanda é inelástica (Pindyck e Rubinfeld, 2013). O valor p do teste t para a variável log_AP foi significativo a 1%, indicando que a área plantada tem impacto na demanda por crédito rural. O R² indica que 24,5% da variação na demanda por crédito pode ser explicada pela expansão da área plantada.

Tabela 1 – Resultado da estimação do modelo utilizando a variável Valor Total de Crédito Rural pelo método MQO para o Nordeste em 2023

Variável	Coefficiente	Erro Padrão	Teste t	P-Valor	Intervalo de Confiança
Intercepto	12,16	0,13	92,99	0,000	[11,90 – 12,40]
log AP	0,42	0,02	23,93	0,000	[0,38 – 0,45]
Teste F	572,50			0,000	
R ²	0,245				

Fonte: Elaborado pelo autor.

O padrão de aumento de demanda por crédito a partir da expansão da atividade agrícola também é observado por Reginato, Cunha e Vasconcelos (2019). No estudo foi investigado a causalidade entre as variáveis, concluindo-se que o aumento do PIB agropecuário aumenta a demanda por crédito. Esse resultado é corroborado por Cavalcanti (2008), que incluiu uma autocorrelação e identificou que efeitos espaciais são importantes no contexto dos dados de expansão agrícola e crédito rural. Diferentemente dos estudos anteriores que utilizaram análises de causalidade, essa regressão apenas indica que há correlação positiva entre as variáveis mencionadas.

Na Tabela 2, a variável de Crédito Rural Total foi decomposta em Crédito Rural para Custeio (log_VC). Assim, foram realizadas novas regressões para analisar o efeito sobre cada variável separadamente. O valor de β_2 foi 0,41, indicando que um aumento médio de 1%

na área plantada está associado a um aumento de 0,41% no valor de crédito para custeio, sendo típico de demanda inelástica (Pindyck e Rubinfeld, 2013). Os p-valores dos testes t e F se mantiveram abaixo de 0,01, confirmando que \log_AP tem um efeito significativo sobre \log_VC ao nível de 1%. O R^2 indica que 12,4% da variação na demanda por crédito para custeio pode ser explicada pela expansão da área plantada.

Tabela 2– Resultado da estimação do modelo utilizando a variável Valor de Custeio pelo método MQO para o Nordeste em 2023

Variável	Coefficiente	Erro Padrão	Teste t	P-Valor	Intervalo de Confiança
Intercepto	10,44	0,13	91,84	0,000	[11,713 – 12,214]
\log_AP	0,41	0,02	22,50	0,000	[0,36 – 0,43]
Teste F	236,5	-	-	0,000	-
R^2	0,124				

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Tabela 3, a variável Crédito Rural Total foi desagregada em Crédito Rural para Investimento (\log_VI). O valor de β_2 foi 0,39, indicando que um aumento médio de 1% na área plantada está associado a um aumento de 0,39% no valor de crédito para investimento, apresentando também demanda inelástica (Pindyck e Rubinfeld, 2013). Os p-valores dos testes t e F se mantiveram abaixo de 0,01, confirmando que \log_AP tem um efeito significativo sobre \log_VI ao nível de 1%. O R^2 indica que 22,3% da variação na demanda por crédito para investimento pode ser explicada pela expansão da área plantada.

Tabela 3– Resultado da estimação do modelo utilizando a variável Valor de Investimento pelo método MQO para o Nordeste em 2023

Variável	Coefficiente	Erro Padrão	Teste t	P-Valor	Intervalo de Confiança
Intercepto	11,96	0,202	51,536	0,000	[10,04 – 10,83]
\log_AP	0,39	0,03	15,38	0,000	[0,36 – 0,47]
Teste F	506,00	-	-	0,000	-
R^2	0,223				

Fonte: Elaborado pelo autor.

A análise segregada dos valores de crédito demonstra que ambas as demandas são inelásticas, mas que o aumento da área proporciona um aumento ligeiramente maior no crédito para custeio do que para investimento. Isso indica que os produtores precisam de mais crédito para garantir o custeio, que compreende a compra de sementes, fertilizantes, defensivos e

demais insumos, da atividade do que para realizar investimentos. Os baixos valores de R^2 sugerem que outras variáveis precisam ser consideradas no modelo. Assim, é importante o uso de variáveis controle, conforme utilizado por Sobreira *et al.* (2022), que fizeram uso de variáveis climáticas, de características das propriedades e de gestão das propriedades rurais. No caso do \log_VI , a equação está ligeiramente mais alinhada.

Na Tabela 4, Crédito Rural Total foi desagregado em Crédito Rural para Comercialização (\log_VCm). O valor de β_2 foi 0,51, indicando que um aumento médio de 1% na área plantada está associado a um aumento de 0,51% no valor de crédito para comercialização, apresentando também demanda inelástica (Pindyck e Rubinfeld, 2013). Os p-valores dos testes t e F se mantiveram abaixo de 0,01, confirmando que \log_AP tem um efeito significativo sobre \log_VCm ao nível de 1%. O R^2 indica que 28,9% da variação na demanda por crédito para custeio pode ser explicada pela expansão da área plantada.

Tabela 4 – Resultado da estimação do modelo utilizando a variável Valor de Comercialização pelo método MQO para o Nordeste em 2023

Variável	Coefficiente	Erro Padrão	Teste t	P-Valor	Intervalo de Confiança
Intercepto	10,26	0,525	19,54	0,000	[9,22 – 11,29]
\log_AP	0,51	0,06	8,69	0,000	[0,39 – 0,63]
Teste F	75,45	-	-	0,000	-
R^2	0,289				

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Tabela 5, o Crédito Rural Total foi desagregado em Crédito Rural para Industrialização (\log_VIn). O valor de β_2 foi 0,42, indicando que um aumento médio de 1% na área plantada está associado a um aumento de 0,42% no valor de crédito para comercialização, apresentando também demanda inelástica (Pindyck e Rubinfeld, 2013). Os p-valores dos testes t e F se mantiveram acima de 0,05, indicando que \log_AP não tem um efeito significativo sobre \log_VIn ao nível de 5%. O R^2 indica que 5% da variação na demanda por crédito para custeio pode ser explicada pela expansão da área plantada, mas o modelo não foi significativo.

Tabela 5 – Resultado da estimação do modelo utilizando a variável Valor de Industrialização pelo método MQO para o Nordeste em 2023

Variável	Coefficiente	Erro Padrão	Teste t	P-Valor	Intervalo de Confiança
Intercepto	10,82	2,03	5,32	0,000	[6,72 – 14,93]
\log_AP	0,42	0,23	1,80	0,08	[-0,05 – 0,88]

Teste F	3,25	0,08
R ²	0,05	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os dados analisados demonstram que o crédito rural destinado à comercialização e industrialização representam uma parcela menor do valor total de crédito em comparação a Valor para Custeio e para Investimento. Constatou-se que o aumento da área apresenta um impacto maior na demanda por Crédito Rural para Comercialização do que para as demais atividades, indicando que os produtores, sobretudo os grandes e médios, precisam de mais crédito para viabilizar a comercialização, como a construção de armazéns e silos, do que para outras atividades, diferentemente dos pequenos produtores, que em geral buscam crédito para custeio e investimento, conforme dados de Carrara, Carvalho e Sbarai (2020). Por outro lado, o Crédito Rural para Industrialização foi o único modelo que não apresentou significância. Na prática, isso indica que a variação da Área Plantada não explica as variações do Crédito para Industrialização. Isso demonstra que outros fatores podem ser mais relevantes para explicar a demanda por crédito com essa finalidade.

4.2 Resultados da regressão múltipla

A Tabela 6 apresenta os resultados da estimação do modelo de regressão múltipla pelo método MQO. O modelo foi significativo ao nível de 1% a partir dos resultados do teste F. O valor do intercepto foi de 20,95. Em relação às variáveis logarítmicas, que representam as elasticidades, verificou-se que um aumento de 1% na Área Plantada e na Pluviosidade eleva a demanda por crédito rural em 0,38% e 0,05%, respectivamente, indicando que a demanda é inelástica, enquanto um aumento de 1% na Temperatura reduz essa demanda em 2,56%, indicando que a demanda é elástica.

A variável *dummy* do Matopiba apresentou valores estatisticamente significativos, mas com coeficiente baixo, indicando que existe diferença marginalmente pequena na demanda por crédito entre os municípios da região nordeste inseridos ou não no Matopiba. Em termos percentuais, a demanda de crédito pelos municípios do Matopiba foi 0.000000000032% menor que os demais. Em relação à *dummy* dos anos, avalia-se que, com a conversão dos coeficientes para porcentagem, a partir da Equação 13, têm-se que o aumento do crédito em relação ao ano de 2013 foi: em 2014, 24,01%; em 2015, 45,25%; em 2016, 16,13%; em 2017, 144,81%; em

2018, 171,34%; em 2019, 192,09%; em 2020, 274,94%; em 2021, 543,53%; em 2022, 852,96%; em 2023, 1297,68%.

Tabela 6 – Resultado da estimação do modelo utilizando a variável Valor Total de Crédito Rural pelo método MQO para o Nordeste entre 2013 e 2023

Variável	Coefficiente	Erro Padrão	Teste t	P-Valor	Intervalo de Confiança
Intercepto	20,13	0,61	32,89	0,000	[18,93 – 21,33]
log_AP	0,38	0,006	66,89	0,00	[0,368 – 0,39]
log_Pluv	0,05	0,019	2,92	0,00	[0,019 – 0,094]
log_Temp	-2,56	0,176	-14,550	0,00	[-2,90 – -2,21]
Matopiba (dummy)	-3,10e ⁻¹⁴	1,01e ⁻¹⁵	-30,815	0,00	[-3,3e ⁻¹⁴ – -2,9e ⁻¹⁴]
2014	0,22	0,04	5,40	0,00	[0,14 – 0,29]
2015	0,37	0,04	9,32	0,00	[0,29 – 0,45]
2016	0,15	0,04	3,72	0,00	[0,07 – 0,29]
2017	0,89	0,04	22,42	0,00	[0,82 – 0,97]
2018	0,99	0,04	24,99	0,00	[0,92 – 1,08]
2019	1,07	0,04	26,78	0,00	[0,99 – 1,15]
2020	1,32	0,04	32,78	0,00	[1,24 – 1,40]
2021	1,86	0,04	46,25	0,00	[1,78 – 1,94]
2022	2,25	0,04	53,28	0,00	[2,17 – 2,37]
2023	2,64	0,04	64,66	0,00	[2,56 – 2,72]
Teste F	1081			0,00	
R ²	0,419				

Fonte: Elaborado pelo autor.

A escolha pelo cultivo de culturas temporárias implica em um maior risco da produção por conta do menor ciclo produtivo, cabendo ao agricultor uma tomada de decisão mais precisa para mitigar perdas (Souza e Clemente, 2008). Por outro lado, o crédito rural é essencial para a continuidade da atividade agrícola, visto que está associado a maior produção e rentabilidade, além de um menor risco para o produtor (Ullah, 2016). As variáveis climáticas impactam na demanda por crédito, e isso pode ser explicado pela resposta dos produtores ao menor risco de investimento quando as condições são favoráveis, estimulando a expansão da atividade agrícola, representada pela área plantada, e, por consequência, a demanda por crédito. O aumento da temperatura afeta a fisiologia das plantas, reduzindo rendimentos, provocando queda de flores e diminuindo a taxa fotossintética (Silva et al., 2007; Bohm et al., 2024). Isso eleva o risco para o produtor, comprometendo sua capacidade de pagamento e, consequentemente, reduzindo a demanda por crédito. Carmo e Almeida (2016) encontraram resultados não significativos para pluviosidade, mas significativos para a temperatura. No entanto, apesar dos resultados não significativos, os autores argumentam sobre a importância

da pluviosidade na demanda por crédito, exemplificando a necessidade de se financiar sistemas de irrigação.

Conforme dito por Gujarati e Porter (2011), existe uma diferença entre significância estatística e significância econômica. No caso, a variável Matopiba apresentou significância estatística em relação à demanda por crédito dos demais municípios da região, contudo, o valor do coeficiente foi pequeno, não representando uma grande diferença prática. A evolução do valor total de crédito ao longo dos anos teve um padrão semelhante ao demonstrado por Fossá *et al.* (2024), em que o estudo demonstra queda da demanda por crédito em 2016 em relação aos demais anos, visto que apresentou o menor crescimento percentual do período analisado. As questões políticas e econômicas de um período influenciam a atividade agropecuária e também a disponibilização de recursos para os produtores, o que justifica eventuais flutuações nesse sentido.

4 CONCLUSÃO

Os resultados encontrados neste estudo permitiram concluir que de todos os componentes do Crédito Rural no ano de 2023, o único que destoou em relação à significância foi o relacionado à industrialização. Esse resultado indica que a área plantada não explica a variação do crédito para industrialização, diferente dos demais componentes de crédito.

Os dados do período analisado confirmaram a hipótese de que a expansão da agricultura aumenta a demanda por crédito. Além disso, adicionar dados climatológicos como a pluviosidade e a temperatura ao modelo mostrou-se importante para descrever melhor a realidade, visto que as condições climáticas na região têm notável interferência na atividade. A temperatura foi a única variável que teve demanda elástica, indicando a influência negativa do aumento da temperatura média anual no período sobre a demanda por crédito.

A adição de variáveis *dummies* foi importante para identificar a diferença na demanda por crédito entre os municípios da região Nordeste e a sua tendência ao longo dos anos estudados. Essas considerações foram importantes para entender que o crédito possui uma distribuição heterogênea não só do ponto de vista espacial, mas também temporal, sendo ele sensível à situação política e econômica do momento.

Entretanto, este estudo apresenta limitações metodológicas. O arcabouço da regressão múltipla limita as possibilidades dos resultados. Métodos mais sofisticados como dados em painéis, que permitiriam capturar variações temporais dentro de cada unidade, ou modelos específicos de causalidade que permitiriam estabelecer uma causalidade entre as variáveis trariam maior robustez à conclusão e um entendimento mais preciso da dinâmica da demanda por crédito rural no Nordeste Brasileiro.

REFERÊNCIAS

- BARROS, G. S. de C. **MACRO/CEPEA: agronegócio soma 19 milhões de pessoas ocupadas, metade “dentro da porteira”**. São Paulo: **Cepea**, 2017.
- BOECHAT, C. A. ; PITTA, F. T. ; TOLEDO, C. A. ; PEREIRA, L. I. . Transformations of the Agricultural Frontier in Matopiba: From State Planning to the Financialisation of Land. **IDS Bulletin** , v. 54, p. 17-33, 2023.
- BOLFE, Édson Luis (org.). **VISÃO 2030: o futuro da agricultura brasileira**. Brasília: Embrapa, 2018.
- 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, 2022.
- BRASIL^c. BNDES.. **Requisitos para enquadramento no Pronaf**. 2025. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/pronamp-investimento>. Acesso em: 20 fev. 2025.
- BRASIL^b. BNDES. . **Pronamp – Programa Nacional de Apoio ao Médio Produtor Rural**. 2025. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/pronamp-investimento>. Acesso em: 20 fev. 2025.
- BRASIL^a. **Crédito Rural**. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/creditorural>. Acesso em: 20 dez. 2024.
- BRASIL. **Histórico Plano ABC**. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/planoabc-abcmais/plano-abc/historico>. Acesso em: 20 dez. 2024.
- BRASIL. **Manual do Crédito Rural, 2021**. Disponível em: <<https://www3.bcb.gov.br/mcr>> Acesso em: 03 dez. 2024
- BRASIL. MAPA. . **Governo Federal lança Plano Safra 24/25 com R\$ 400,59 bilhões para agricultura empresarial**. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/governo-federal-lanca-plano-safra-24-25-com-r-400-59-bilhoes-para-agricultura-empresarial>. Acesso em: 15 dez. 2024.
- BRASIL. **Resultados do Plano ABC**. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/planoabc-abcmais/plano-abc/acoes-do-plano>. Acesso em: 20 dez. 2024.
- BOHM, F. Z.; DE ALMEIDA, B. B.; SOARES, L. G. de J.; BOHM, P. A. F.; Atenuação dos efeitos do estresse térmico em tomate submetidos ao pré-tratamento com ácido salicílico. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, [S. l.], v. 12, n. 3, 2024.
- CAMPAGNOLLA, C.; MACÊDO, M. M. C. Revolução Verde: passado e desafios atuais. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 39, n. 1, p. 26952, 13 jun. 2022.

CARMO, C. R. S.; ALMEIDA, S. de A. F.; CULTURAS TEMPORÁRIAS ULTIVADAS NO ESTADO DE MINAS GERAIS: UM ESTUDO COMPARATIVO ENVOLVENDO CRÉDITO RURAL E VARIÁVEIS CLIMÁTICAS. **REUNIR Revista De Administração Contabilidade E Sustentabilidade**,6(3), p.20-36. set. 2016.

CARRARA, A. F.; CARVALHO, L. V.; SBARAI, N.. O impacto do Pronaf para investimento e custeio na demanda agregada da economia. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v. 29, n. 2, p. 35-49, abr. 2020.

CASTRO, Paulo Roberto Valério de. DO ESTADO AO MERCADO: a trajetória do crédito rural brasileiro e as diversas fontes de financiamento, período colonial ao século XXI. **Informações Econômicas**. São Paulo, p. 97-107. set. 2017.

CAVALCANTI, Isabel Machado. **Crédito Rural e Produto Agropecuário Municipal: uma análise de causalidade**. 2008. 74 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Economia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

CEPEA. **PIB do Agronegócio Brasileiro**. 2024. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>. Acesso em: 22 dez. 2024.

CHANDIO, A. A.; JIANG, Y.; REHMAN, A.; TWUMASI, M. A.; PATHAN, A. G.; MOHSIN M.; Determinants of demand for credit by smallholder farmers?: a farm level analysis based on survey in Sindh, Pakistan. **Journal of Asian Business and Economic Studies**, v. ahead-of-print, n. ahead-of-print, 14 jul. 2020.

COMIN, M. R. A.; Revolução Verde e o processo de modernização agrícola em Soledade (RS, Brasil) de 1960 a 1990. **Revista de História da UEG**, v. 10, n. 02, p. e022122–e022122, 15 dez. 2021.

CONCEIÇÃO, J. C. P. R.; PRINCIPAIS CONQUISTAS DO PLANO ABC E DESAFIOS DO PLANO ABC+. Brasília: **Ipea**, 2022.

DIAS, D. O.; MIZIARA, F. The military government, nature, and agricultural frontier in the Brazilian Midwest (1964-1979). **Research Society and Development**, v. 11, n. 11, p. 10-22, 1 set. 2022.

DIAS, T. K. M.; SILVA, V. H. M. C.; COSTA, E. M. Crédito rural e produção das lavouras temporárias nos distintos cenários do nordeste brasileiro. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 61, 7 mar. 2022.

ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. Economic Research Service. **International agricultural productivity**. Washington, DC, 2017.

Eustáquio Ribeiro *et al.* **Realização: UMA JORNADA PELOS CONTRASTES DO BRASIL: cem anos do censo agropecuário**. Brasília: Ipea, 2020. p. 281-294.

FREITAS, C. O. de; SILVA, F. A.; TEIXEIRA, E.; CRÉDITO RURAL E DESEMPENHO PRODUTIVO NA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA. In: VIEIRA FILHO, José GASQUES,

- J. G. Sources of growth in Brazilian agriculture: total fator productivity. **EuroChoices**, v. 16, n. 1, p. 24-25, 2017.
- FOSSÁ, J. L.; PAULA, A.; MATTE, A. Análise da distribuição do crédito rural entre as unidades da federação no período de 2013 a 2022. **Desenvolvimento em Questão**, v. 22, n. 60, p. e14701–e14701, 7 fev. 2024.
- GUEDES, I. A.; ALMEIDA, A. T. C.; SIQUEIRA, L. B. O. DE. Efeitos do microcrédito rural sobre a produção agropecuária na região Nordeste: evidências do Programa Agroamigo. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 59, n. 1, 2021.
- GUJARATI, D. N.; PORTER, D. C. **Econometria Básica**, 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.
- HANANU, B.; ABDUL-HANAN, A.; ZAKARIA, H. Factors influencing agricultural credit demand in Northern Ghana. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, p. 645–652, 12 fev. 2015.
- HARTARSKA, V.; NADOLNYAK, D.; SHEN, X. Agricultural credit and economic growth in rural areas. **Agricultural Finance Review**, v. 75, n. 3, p. 302–312, 7 set. 2015.
- HENSCHER, D.; GUIMARÃES, R.; GIMENES, T. Revisão sistemática sobre o crédito rural no Brasil, com destaque para a operação barter. **GeSec**, v. 14, n. 12, p. 21104–21123, 7 dez. 2023.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC), 2007. Climate Change (2007): Synthesis report: Contributions of working group I, II and III to the fourth Assessment Report. **IPCC**, Geneva. Disponível em: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4_syr_full_report.pdf. Acesso em: 09 jan. 2025.
- LANGEVIN, M. S. O *backstop* brasileiro: a modernização da agricultura brasileira e a sua contribuição para o desenvolvimento nacional. **Revista Jurídica da Presidência**, v. 19, n. 119, p. 454, 31 jan. 2018.
- LIMA, Antonio Fabio da Silva. **PEGADAS DE ESCASSEZ HÍDRICA E CARBONO DAS CULTURAS DA BANANA E GOIABA IRRIGADAS NO BAIXO JAGUARIBE - CEARÁ**. 2023. 138 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2023.
- MAFRA, R. Z.; SANTOS, A. B.; SOUSA, L. V. de C.; BRASIL, M. C.; FERREIRA, M. C. Crédito rural para a inovação da agropecuária do estado do Amazonas no período de 2002 a 2018. **Revista Terceira Margem Amazônia**, v. 7, n. 17, p. 73-91, 2021.
- MEDEIROS, A. P. de Bender Filho, R., Vieira, K. M., & Ceretta, P. S. (2017). ANÁLISE DO IMPACTO DO CRÉDITO RURAL NA PRODUÇÃO AGRÍCOLA BRASILEIRA NO PERÍODO 2006-2014. **Revista Em Agronegócio E Meio Ambiente**, 10(3), 729–755.
- MIRANDA, E. E. Meio ambiente: a salvação pela lavoura. **Ciência e Cultura**, v. 69, n. 4, p. 38-44, 2017.

MOURA, M. S. B. de; GALVINCIO, J. D.; BRITO, L. T. de L.; SOUZA, L. S. B. DE; SÁ, I. I. S.; SILVA, T. G. F. da; **Potencialidades da água de chuva no Semi-Árido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007.

MOREIRA, A. M. D. A.; FERRARI, V. E.; FALSARELLA, O. M. ESTUDO SOBRE O AGRONEGÓCIO E O DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA - PERÍODO 2007 A 2021. **Livro de memórias do Sustentare & WIPIS**, 2024.

MÜLLER, C. Harvesting from uncertainties. **Nature Climate Change**, v. 1, n. 5, p. 253–254, 17 jul. 2011.

NOGUEIRA, A. C. M. et al. Impacto do crédito rural no desenvolvimento da agricultura brasileira. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 16, n. 3, p. 1–16, 30 set. 2023.

OLIVEIRA DE, A. J.; DÖRNER, S. H.; SCHNEIDER, M. B. Desenvolvimento econômico no Matopiba: os arranjos produtivos locais da soja. **Economia Ensaios**, v. 35, n. 2, 11 set. 2020.

REGINATO, V. G., Cunha, M. S. da, & Vasconcelos, M. R. (2019). CRÉDITO RURAL E NÍVEL DE ATIVIDADE DA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA: UMA ANÁLISE DE CAUSALIDADE EM PAINEL. **Revista De Economia E Agronegócio**, 17(3), 442–461.

RIBEIRO, I. G., LUNA, A. T., COSTA, E. M., CAMPOS, R. T., & MARIANO Ipolito, A. L. (2023). OS EFEITOS DO CRÉDITO RURAL SOBRE A PRODUÇÃO DE SOJA NA REGIÃO DO MATOPIBA. **Revista De Economia E Agronegócio**, 21(1), 1–20.

ROCHA, G. A. P. e OZAKI, V. A. Crédito rural: histórico e panorama atual. **Revista de Política Agrícola**, v. 29, n. 4, p. 1-26, 2020. Tradução. Disponível em: <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/1536/0>. Acesso em: 14 dez. 2024

SILVA, F. P.; LAPO, L. E. R. Modelos de financiamento da cadeia de grãos no Brasil. 2a Conferência em Gestão de Risco e Comercialização de Commodities, v. 2, p. 1–22, maio IDC.

SILVA, J. C.; HELDWEIN, A. B.; MARTINS, F. B.; STRECK, N. A.; GUSE, F. I.; Risco de estresse térmico para o feijoeiro em Santa Maria, RS. **Ciência Rural**, v. 37, n. 3, p. 643–648, 1 jun. 2007.

SOBREIRA, D. B., TABOSA, F. J. S., COSTA, E. M., KHAN, A. S.; . Heterogeneous regional effects of rural credit on agricultural production in Brazil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 62, n. 4, 1 jan. 2024.

SOUZA, S. B. DE, JÚNIOR L. G. F., MIZIARA, F., MORAIS, H. A.; Crédito Rural no Brasil: evolução e distribuição espacial (1969 – 2016). **Confins**, n. 45, 9 maio 2020.

SOUZA, A.; CLEMENTE, A.; Decisões financeiras e análise de investimentos: fundamentos, técnicas e aplicações .6. ed. São Paulo: **Atlas**, 2008.

TRINDADE, J. R. B., CRUZ, A. G.; Crédito Rural no Brasil: evolução e distribuição espacial (1969 – 2016). **Economia Ensaios**, n. 45, p. 118-148. 9 maio 2020.

TORRES, R.; REISOLI B. F.; 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, 30 ago. 2022.

UGOCHUKWU, A. I.; PHILLIPS, P. W. B. Technology Adoption by Agricultural Producers: A Review of the Literature. **Innovation, Technology, and Knowledge Management**, p. 361–377, 23 nov. 2017.

ULLAH, R., SHIVAKOTI, G. P., ZULFIQAR, F., KAMRAN, M. A.; Farm risks and uncertainties. **Outlook on Agriculture**, v. 45, n. 3, p. 199–205, set. 2016.

USP - Universidade de São Paulo. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. Perspectivas para o agronegócio em 2015. Piracicaba, jun.2015.

VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. (org.). **Uma jornada pelos contrastes do Brasil: cem anos de Censo Agropecuário**. Brasília: Ipea, 2020. 410 p.

APÊNDICE B

ANEXO B