
MAIS ACESSO AO CRÉDITO RURAL IMPORTA? EFEITOS SOBRE A PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA CEARENSE¹

Does more access to rural credit matter? Effects on agricultural production in Ceará

Diogo Brito Sobreira

Economista. Doutor em Economia Aplicada. Professor Adjunto do Departamento de Economia da Universidade Regional do Cariri. Rua Cel. Antônio Luíz, 1161 - Pimenta, Crato - CE, 63105-010. diogo.sobreira@urca.br

Francisco José Silva Tabosa

Economista. Doutor em Economia. Professor do Departamento de Economia Agrícola e do Programa de Pós-graduação em Economia Rural da Universidade Federal do Ceará. Av. Mister Hull, 2977 – Bloco 826 – Campus do Pici, Fortaleza – CE, 60020-181. franzetabosa@ufc.br

Edward Martins Costa

Economista. Doutor em Economia. Professor do Departamento de Economia Agrícola e do Programa de Pós-graduação em Economia Rural da Universidade Federal do Ceará. edwardcosta@ufc.br

Ahmad Saeed Khan

Agrônomo. Doutor em Economia Agrícola e Recursos Naturais. Pesquisador Visitante do Departamento de Economia da Universidade Regional do Cariri e Professor do Programa de Pós-graduação em Economia Rural da Universidade Federal do Ceará. saeed@ufc.br

Resumo: O objetivo deste estudo é avaliar o efeito da maior intensidade no acesso ao crédito rural, medida pela proporção de estabelecimentos rurais que obtiveram algum financiamento, sobre a produção agropecuária no estado do Ceará. Utilizando uma estratégia que combina regressões-padrão e balanceamento por entropia, os resultados sugerem que municípios com maior acesso ao crédito rural estão positiva e significativamente associados a maiores níveis de produção agropecuária, de modo que esses efeitos são ainda mais relevantes quando o recurso é destinado a investimentos, em comparação à modalidade de custeio. Entretanto, a origem do recurso parece não importar. As evidências também sugerem que uma maior taxa de cobertura no acesso ao crédito rural pode não ser suficiente para ampliar a produção agropecuária de produtos específicos no estado do Ceará. Além disso, encontraram-se evidências de que mais acesso aos sistemas de irrigação pode atuar como potencial mecanismo de transmissão, no qual uma maior intensidade no acesso ao crédito rural exerce influência sobre a produção agropecuária.

Palavras-chave: crédito rural; produção agropecuária; irrigação.

Abstract: The objective of this study is to evaluate the effect of greater intensity in access to rural credit, measured by the proportion of rural establishments that obtained some financing, on agricultural production in the state of Ceará. Using a strategy that combines standard regressions and entropy balancing, the results suggest that municipalities with greater access to rural credit are positively and significantly associated with higher levels of agricultural production, so that these effects are even more relevant when the purpose of the resource is intended for investments, when compared to the costing modality. However, the origin of the feature does not seem to matter. The evidence also suggests that a higher rate of coverage in accessing rural credit may not be enough to expand agricultural production of specific products in the State of Ceará. In addition, evidence was found that more access to irrigation systems can act as a potential transmission mechanism in which greater intensity in accessing rural credit influences agricultural production.

Keywords: rural credit; agricultural production; irrigation.

¹ Esta pesquisa teve apoio financeiro da Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Funcap). Os autores agradecem ao pesquisador Marcelo Braga por gentilmente compartilhar a base de dados de variáveis climáticas utilizadas nesta pesquisa.



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

1 INTRODUÇÃO

O problema da baixa produtividade agropecuária no Ceará é geralmente atribuído ao baixo nível tecnológico, que está associado à escassez de recursos financeiros próprios ou financiados. Apesar do crescimento no volume de crédito concedido nos últimos anos no Ceará, principalmente em função do Programa Nacional de Fortalecimento do Agricultura Familiar (Pronaf), a taxa de cobertura no acesso ao crédito rural, independentemente da fonte dos recursos, é considerada baixa, em comparação a outros estados. Segundo o Censo Agropecuário de 2017, apenas 12% dos estabelecimentos rurais no estado declararam ter obtido algum tipo de financiamento.

Contudo, mesmo que baixa, a taxa de cobertura de acesso ao crédito rural no estado do Ceará é heterogênea entre os municípios. O município de Jaguaratama, por exemplo, apresentou uma cobertura no acesso ao crédito rural em torno de 39% dos estabelecimentos rurais. Por outro lado, observam-se municípios com menos de 1% dos estabelecimentos rurais que obtiveram acesso a algum tipo de financiamento, como foi o caso do município de Pindoretama em 2017. Desse modo, surge o questionamento: mais acesso ao crédito rural no estado do Ceará afeta a produção agropecuária?

Em face à heterogeneidade no acesso ao crédito rural no estado do Ceará, este estudo tem como objetivo principal analisar os efeitos de uma maior intensidade no acesso ao crédito rural sobre a produção agropecuária. Para alcançar esse objetivo, o efeito médio do tratamento sobre os tratados (em inglês, *average effect of treatment on the treated - ATT*) foi estimado por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) e dados ponderados por pesos obtidos por *entropy balancing*. Além de variáveis climáticas para controlar as estimativas, foram utilizados dados municipais do Censo Agropecuário de 2017, disponíveis no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A condição de tratamento foi definida a partir da proporção de estabelecimentos rurais que obtiveram financiamento, de modo que os municípios do Grupo de Tratamento foram aqueles com proporção acima da média, acrescida de um desvio-padrão, para essa variável. Assim, a *dummy* de tratamento, neste estudo, corresponde a uma maior cobertura no acesso ao crédito rural.

Os efeitos do crédito rural sobre a produção e/ou produtividade agrícola no Brasil e regiões são vastos na literatura (Garcias; Kassouf, 2016; Gasques et al., 2017; Araujo; Vieira Filho, 2018; Costa; Vieira Filho, 2018; Assunção; Souza, 2019; Freitas et al., 2020; Eusébio et al., 2020; Maia et al., 2020). Esses estudos encontram efeitos positivos e significativos sobre a produção agropecuária no Brasil e impactos heterogêneos entre as regiões.

Este estudo, entretanto, fornece contribuições à literatura que aborda os efeitos do crédito rural. Primeiro, contribui ao discutir os efeitos do acesso ao crédito rural para a produção agropecuária do estado do Ceará, que está entre os estados com menor taxa de cobertura no País. Os efeitos foram analisados sob diferentes perspectivas do crédito rural, bem como sobre diferentes variáveis de produção (animal e vegetal – temporária ou permanente). Em segundo lugar, este estudo avança ao investigar potenciais mecanismos de transmissão do acesso ao crédito rural poucos explorados pela literatura. Por fim, espera-se que os resultados obtidos neste estudo possam contribuir para o aprimoramento das políticas de crédito rural dentro do estado, bem como na tomada de decisões dos *policy makers*.

2 EVIDÊNCIAS RECENTES SOBRE OS EFEITOS DO CRÉDITO RURAL

Os efeitos do crédito rural sobre os resultados do setor agropecuário são amplamente debatidos na literatura. Encontram-se, para o Brasil, evidências do efeito do crédito rural sobre a Produtividade Total dos Fatores (PTF), produtividade da terra ou do trabalho e/ou eficiência técnica (Araujo; Vieira Filho, 2018; Freitas et al., 2020; Garcias; Kassouf, 2016; Gasques et al., 2017) e sobre a quantidade produzida (Costa; Vieira Filho, 2018; Souza et al., 2021). Além disso, os efeitos

positivos sobre o valor da produção agropecuária são destacados nos estudos (Assunção; Souza, 2019; Eusébio et al., 2020).

Entretanto, efeitos regionais heterogêneos do crédito rural no Brasil foram pouco explorados, em menor proporção para os casos de estados brasileiros. Dias et al. (2023) encontraram efeitos positivos dos efeitos dos recursos concedidos pelo Pronaf sobre o valor bruto da produção de lavouras temporárias. Além disso, os autores mostram que em regiões caracterizadas como polos de irrigação, os resultados são melhores em relação aos demais grupos, em contraposição aos municípios localizados no semiárido. Santos e Braga (2013) mostram que o crédito foi efetivo para aumentar a produtividade dos fatores no setor agrícola para a Região Nordeste. No caso do estado do Ceará, Damasceno, Khan e Lima (2011) sugerem associações positivas do Pronaf sobre a renda e geração de emprego. Ademais, Passos e Khan (2019) avaliaram o impacto do Pronaf sobre a sustentabilidade agrícola dos agricultores familiares da microrregião do Vale Médio do Curu, no estado do Ceará, por meio de técnicas quase-experimentais. Os autores encontram efeitos positivos sobre a gestão econômica e social da propriedade, mas efeitos nulos sobre as práticas agrícolas sustentáveis. Já Costa *et al.* (2018) encontraram os efeitos positivos e significativos do Programa de Microcrédito Rural Agroamigo na produção e produtividade por trabalhador dos agricultores familiares beneficiados localizados no Cariri Central do estado do Ceará.

3 METODOLOGIA

3.1 Estratégia empírica

Neste estudo, adotou-se uma estratégia empírica baseada em técnicas quase-experimentais para estimação do *average effect of treatment on the treated (ATT)*. Uma forma simples de obter o ATT seria considerar a comparação dos resultados potenciais médios entre os que receberam o tratamento (municípios com maior cobertura no acesso ao crédito rural, denominados para fins deste estudo como Grupo de Tratamento [$T = 1$]), e os que não receberam o tratamento (municípios com menor cobertura no acesso ao crédito rural, denominados como Grupo de Controle [$T = 0$]), tal como a equação 1 abaixo:

$$ATT = E[Y(1)|T = 1] - E[Y(0)|T = 0] \quad (1)$$

Entretanto, essa medida corresponde a uma estimativa enviesada do efeito do tratamento sobre os tratados. Isso porque podem existir características observadas e não observadas que não são independentes da condição de tratamento. No caso deste estudo, o efeito do tratamento seria livre de viés se os resultados médios das propriedades rurais representativas do Grupo de Tratamento na situação de ter recebido o tratamento fossem comparados com os resultados médios dessas mesmas propriedades rurais na situação em que não tivessem recebido o tratamento, que é comumente chamado de grupo contrafactual das observações tratadas, conforme a equação (2) a seguir:

$$ATT = E[Y(1)|T = 1] - E[Y(0)|T = 1] \quad (2)$$

Contudo, a situação contrafactual, $E[Y(0)|T = 1]$ não é observada, sendo geralmente necessário utilizar as informações do Grupo de Controle tal como na equação (1). Nesse sentido, para amenizar o problema de autosseleção na equação (1), este estudo adota uma estratégia de estima-

ção baseada em regressões estimadas por *Ordinary Least Squares (OLS)*, conforme a equação (3) abaixo, ponderadas por pesos obtidos por *entropy balancing*:

$$\ln(Y_i) = \beta_0 + \beta_1 T_i + \sum_{j=2}^k \beta_j X_{j,i} + \varepsilon_i \quad (3)$$

Em que,

Y_i = variável de resultado, que corresponde à produção agropecuária que é medida pelo logaritmo natural do valor da produção agropecuária do município i (outras variáveis da produção agropecuária serão utilizadas e que estão detalhadas na seção de dados);

$X_{j,i}$ = vetor de k características observáveis do município i ;

T_i = condição de tratamento, assumindo valor 1, quando o município pertencer ao Grupo de Tratamento, e 0 quando pertencer ao Grupo de Controle;

$\beta's$ = parâmetros estimados, em que o ATT é captado pelo parâmetro β_1 ;

ε_i é o termo de erro.

Note que a estimação do parâmetro de interesse β_1 , sem a ponderação dos dados, corresponde exatamente à diferença calculada pela equação 1, caso os resultados potenciais fossem condicionados em X .

Contudo, a ponderação dos dados no sentido de entropia permite obter um equilíbrio exato das covariáveis observadas entre os municípios dos Grupos de Tratamento e de Controle. Isso torna a condição de tratamento independente das covariáveis. Assim como em modelos baseados em técnicas de pareamentos, essa abordagem pressupõe que a seleção sobre não observáveis também não afetaria a variável de resultado na ausência do tratamento, uma vez que os grupos são similares em termos de características observáveis após a ponderação dos dados. Apesar de serem bastante utilizadas em estudos de avaliação de impacto, as técnicas baseadas em pareamento por escores de propensão, tais como o *propensity score matching* (PSM), apresentam algumas limitações quando comparadas à eficiência da abordagem de balanceamento por entropia proposta por Hainmueller (2012). A primeira delas é que o balanceamento por entropia alcança o balanceamento das covariáveis com exatidão, enquanto no PSM geralmente o balanceamento ocorre de forma assintótica. Além disso, as abordagens baseadas em escores de propensão requerem grandes amostras e escores de propensão corretamente especificados.

Desse modo, foi utilizada a abordagem *Entropy Balancing*, que envolve um esquema de ponderação das observações do Grupo de Controle, para estimativa posterior do efeito tratamento na equação (3). Primeiramente, o balanceamento das covariáveis é alcançado ao ponderar as observações do Grupo de Controle pelo w_i , obtido pela otimização:

$$\min_{w_i} H(w) = \sum_{\{i|T=0\}} h(w_i) \quad (4)$$

Sujeito às restrições de equilíbrio e normalidade

$$\sum_{\{i|T=0\}} w_i c_{ri}(X_i) = m_r \text{ com } r \in 1, \dots, R \quad (5)$$

$$\sum_{\{i|D=0\}} w_i = 1 \quad e \quad (6)$$

$$w_i \geq 0 \text{ para todo } i \text{ tal que } T = 0, \quad (7)$$

Em que,
 $h(w_i) = w_i \log\left(\frac{w_i}{q_i}\right)$ é uma função perda que mede a distância métrica de divergência de entropia definida em Kullback (1959);

q_i = peso base (com $q_i \geq 0 \forall i$ em $T = 0$ e $\sum_{i|T=0} q_i = 1$);²

$c_{ri}(X_i) = m_r$ representa um conjunto de R restrições de equilíbrio impostas para balancear as distribuições das covariáveis (X_i) do Grupo de Tratamento e Grupo de Controle.

Se $h(w_i) = 0$, implica que o vetor de pesos w_i é igual ao vetor de pesos base q_i . As equações (6) e (7) representam duas restrições de normalização, em que (6) implica que a soma dos pesos da constante de normalização é igual a 1 e (7) representa uma restrição de não negatividade, uma vez que a distância métrica não é definida por valores negativos. Esse esquema de reponderação permite que os momentos amostrais do Grupo de Controle reponderado correspondam exatamente aos momentos amostrais no Grupo de Tratamento.

Isso garante que o Grupo de Controle contenha, em média, unidades de análises similares às do Grupo de Tratamento. Em seguida, os pesos foram utilizados para ponderar as unidades de análise na equação 3, para encontrar o efeito de uma maior acessibilidade do crédito rural sobre o valor da produção no estado do Ceará. Essa ponderação permite obter uma aproximação dos resultados potenciais do Grupo Contrafactual, $E[Y(0)|T = 1]$:

$$E[Y(0)|T = 1] = \frac{\sum_{\{i|T=0\}} Y_i w_i}{\sum_{\{i|T=0\}} w_i}, \quad (8)$$

Após a ponderação, a estimativa de β_1 representaria o ATT obtido na equação (2).

3.2 Fonte dos dados e descrição das variáveis

Neste estudo, foram utilizados os dados municipais do Censo Agropecuário de 2017, disponibilizados publicamente no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) através do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA). Essa base reporta, geralmente, o número de estabelecimentos rurais com determinada característica do dirigente do estabelecimento rural, do estabelecimento rural ou determinada prática agropecuária, tecnologia ou serviços utilizados pelos estabelecimentos e variáveis de resultados, em termos monetários. As variáveis coletadas do Censo Agropecuário foram relativizadas em relação ao total de estabelecimentos rurais do município (Quadro 1). Assim, elas representam uma média de determinada característica. Estudos anteriores, como Helfand et al. (2015), Sobreira et al. (2016) e Freitas et al. (2020) adotam essa estratégia, de modo que as unidades de análise podem ser consideradas como propriedade rural representativa de um determinado município.

Essa base permite identificar o número de estabelecimentos rurais que obtiveram algum financiamento no período de outubro de 2016 a setembro de 2017, sendo possível desagregar o número de estabelecimentos pela fonte e finalidade do financiamento concedido. Note que, para

2 O default é $q_i = 1/n_0$, em que n_0 é tamanho da amostra do Grupo de Controle.

a estimação do efeito tratamento, o ideal seria identificar exatamente os estabelecimentos que obtiveram ou não algum financiamento, mas, dado o nível agregado dos dados, isso não é possível. Dessa forma, adotou-se uma estratégia, utilizada em estudos anteriores, para definição da *dummy* de tratamento.³ As propriedades rurais representativas do Grupo de Tratamento foram aquelas que apresentaram valor, para a variável *Proporção de estabelecimentos rurais que obtiveram financiamento*, superior à média acrescida de um desvio-padrão (ponto de corte). O Grupo de Controle, por outro lado, é formado pelas propriedades rurais representativas que apresentaram valores abaixo ou igual para a variável utilizada na definição do ponto de corte. Assim, o tratamento considerado neste estudo corresponde a uma maior cobertura (ou intensidade) na concessão de crédito rural.

A condição de tratamento descrita acima não faz distinção entre as diferentes fontes de financiamento. Nesse sentido, também buscou-se estimar o ATT considerando o acesso a três diferentes fontes de financiamento para variável de tratamento: 1 – acesso a recursos que não são provenientes de nenhum programa de crédito; 2 – recursos do Pronaf; e 3 – recursos de outros programas, a saber: Programa Terra Forte e Terra Sol, Programa de Apoio a Projetos de Infraestrutura e serviços nos territórios rurais (Proinf), Programa Fomento Rural, Pronamp ou outro programa público diferente dos anteriores.

Além disso, buscou-se estimar o ATT considerando diferentes finalidades de financiamento. As duas principais finalidades consideradas foram: 1 – acesso a recursos destinados à realização de investimentos, e 2 – acesso a recursos destinados ao custeio da atividade. Desse modo, tanto para fonte do recurso quanto para finalidade do financiamento, foi utilizada a mesma estratégia para criação da *dummy* de tratamento.

A definição das *dummies* de tratamento e outras variáveis utilizadas neste estudo foram sintetizadas no Quadro 1, a seguir:

Quadro 1 – Descrição das variáveis

Variáveis	Descrição	Unidade de medida
Q	Quantidade de estabelecimentos rurais no município	Número de estabelecimentos
Variáveis de resultado**	Y1 Valor bruto da produção agropecuária / Q	Em Mil Reais / Estabelecimento
	Y2 Valor bruto da produção de origem animal / Q	
	Y3 Valor bruto da produção vegetal / Q	
	Y3 Valor bruto da produção de lavouras permanentes / Q	
	Y4 Valor bruto da produção de lavouras temporárias / Q	Toneladas / Estabelecimento
	Y5 Quantidade produzida de feijão / Q	
	Y6 Quantidade produzida de milho / Q	
Característica dos dirigentes	X1 Estabelecimentos rurais com dirigente do sexo masculino / Q	Proporção de estabelecimentos
	X2 Estabelecimentos rurais com dirigente de idade > 65 anos / Q	
	X3* Estabelecimentos rurais com dirigente de baixa escolaridade / Q	

3 Garcias e Kassouf (2016), por outro lado, definiram o tratamento se a maioria dos estabelecimentos sofreram restrições de crédito no município.

Variáveis		Descrição	Unidade de medida
Q		Quantidade de estabelecimentos rurais no município	Número de estabelecimentos
Características do estabelecimento rural	X4**	Área do estabelecimento rural / Q	ha / Estabelecimento
	X5	Estabelecimentos rurais com dirigente proprietário das terras / Q	Proporção de estabelecimentos
	X6	Estabelecimentos rurais com dirigente residindo no estabelecimento / Q	
	X7**	Pessoas ocupadas no estabelecimento rural / Q	Trabalhadores / Estabelecimento
	X8	Estabelecimentos rurais com dirigente que não pertence ao segmento da agricultura familiar / Q	Proporção de estabelecimentos
	X9	Estabelecimentos rurais com dirigente associado (cooperativas) / Q	
Mecanismos de transmissão	X10	Estabelecimentos rurais com uso de algum método de irrigação / Q	
	X11	Estabelecimentos rurais que receberam algum tipo de orientação técnica / Q	
	X12	Estabelecimentos rurais que receberam orientação técnica pública / Q	
	X13	Estabelecimentos rurais que receberam orientação técnica privada / Q	
Cobertura no acesso ao crédito rural	Z1	Estabelecimentos rurais que obtiveram algum financiamento / Q	Proporção de estabelecimentos
	Z2	Estabelecimentos rurais que obtiveram algum financiamento não oriundo de programas / Q	
	Z3	Estabelecimentos rurais que obtiveram algum financiamento oriundo do Pronaf / Q	
	Z4	Estabelecimentos rurais que obtiveram algum financiamento oriundo de outros programas / Q	
	Z5	Estabelecimentos rurais que obtiveram algum financiamento para investimento / Q	
	Z6	Estabelecimentos rurais que obtiveram algum financiamento para custeio / Q	
Variáveis de Tratamento	T1	1 – Se Z1 > Média de Z1 + 1 Desvio-padrão de Z1; 0 – Caso contrário	Dummies de tratamento
	T2	1 – Se Z2 > Média de Z2 + 1 Desvio-padrão de Z2; 0 – Caso contrário	
	T3	1 – Se Z3 > Média de Z3 + 1 Desvio-padrão de Z3; 0 – Caso contrário	
	T4	1 – Se Z4 > Média de Z4 + 1 Desvio-padrão de Z4; 0 – Caso contrário	
	T5	1 – Se Z5 > Média de Z5 + 1 Desvio-padrão de Z5; 0 – Caso contrário	
	T6	1 – Se Z6 > Média de Z6 + 1 Desvio-padrão de Z6; 0 – Caso contrário	
Variáveis climáticas**	C1	Temperatura média no verão	°C
	C2	Temperatura média no inverno	°C
	C3	Precipitação média no verão	(mm)
	C4	Precipitação média no inverno	(mm)

Fonte: Elaboração própria. Notas: *Nunca frequentou escola, classe de alfabetização, alfabetização de jovens e adultos, antigo primário.

**Variáveis foram logaritimizadas.

Como variável dependente, o valor bruto de toda produção agropecuária foi utilizado como variável de resultado principal. Contudo, este estudo também avalia os efeitos sobre o valor da produção específicos, como: 1 - *animal*, 2 - *vegetal*⁴, 3 - *lavouras permanentes*, e 4 - *lavouras temporárias*. Também se considerou como variável dependente a quantidade produzida de: 1 - *fei-*

4 Além da produção de lavouras permanentes e temporárias, a produção vegetal inclui a produção de horticultura, floricultura, silvicultura e extração vegetal.

ção, e 2 - milho (em função da disponibilidade de dados), que foram obtidas da pesquisa Produção Agrícola Municipal (PAM) de 2017, disponível no IBGE.

O balanceamento das covariáveis foi obtido considerando características que podem determinar tanto o valor da produção (variável dependente) quanto a condição de tratamento (*dummy* de tratamento T), tomando como base a literatura prévia sobre determinantes do acesso ao crédito rural e funções de produção agropecuária (Dias *et al.*, 2021; Freitas *et al.*, 2020). Além das *dummies de mesorregião*, o vetor de covariáveis utilizadas no balanceamento por entropia correspondem especificamente às: *características demográficas do dirigente do estabelecimento rural* – sexo, idade e escolaridade; *características do estabelecimento rural* – área utilizada, condição de propriedade da terra, local de residência, trabalhadores ocupados, segmento do agricultor/ produtor, condição de associativismo.

Além disso, foram incluídas, na especificação base da equação (3), variáveis sobre irrigação e assistência técnica (pública ou privada), como forma de verificar potenciais mecanismos de transmissão pelos quais uma maior acessibilidade ao crédito rural pode influenciar a produção agropecuária. A especificação da equação (3), sugerida neste estudo, também leva em consideração um conjunto de variáveis climáticas que influenciam diretamente os níveis de produção agropecuária. Contudo, essas variáveis foram utilizadas apenas no sentido de controlar as estimativas das variações climáticas e, dessa forma, não entraram no cálculo do peso de entropia. As variáveis climáticas foram disponibilizadas pelo *Terrestrial Hydrology Research Group (THRG)* e foram utilizadas com os cálculos e recomendações sugeridos por Sheffield *et al.* (2006). Essas variáveis correspondem à temperatura média mensal (°C) e precipitação acumulada mensal (mm) no período 1980-2016, que foram desagregadas por estação, captando as mudanças significativas do clima entre as duas estações: verão, considerando os meses de dezembro a fevereiro; e inverno, entre os meses de junho a agosto.

Neste estudo, optou-se por transformar as variáveis com unidades de medida distintas em termos de logaritmo natural, como valor da produção, quantidade produzida, área do estabelecimento, pessoal ocupado e as variáveis climáticas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Estatísticas descritivas

A análise a seguir busca descrever as características do setor agropecuário cearense como, o nível de cobertura no acesso ao crédito rural, variáveis demográficas do produtor e características da propriedade rural, bem como as práticas e tecnologias utilizadas, que estão correlacionadas com os níveis de produção agropecuária.

A Tabela 1, por exemplo, reporta a proporção média de cobertura no acesso ao crédito rural no Ceará e entre as diferentes mesorregiões do estado, bem como a distribuição das propriedades rurais representativas com maior cobertura no acesso ao crédito rural (Grupo de Tratamento) e de menor cobertura (Grupo de Controle). As estatísticas apontam para níveis relativamente baixos de cobertura no acesso ao crédito rural em todo o estado cearense, com média inferior à Região Nordeste (12,7%, na média, segundo os dados do Censo Agropecuário). Contudo, é possível observar certa heterogeneidade na cobertura no acesso ao crédito rural entre as mesorregiões, com ênfase para a mesorregião Sul Cearense que apresenta uma cobertura média de quase 15% dos estabelecimentos com acesso ao crédito rural. O município de Jaguaratama, na mesorregião do Jaguaribe, destaca-se como aquele com maior taxa de cobertura no acesso ao crédito rural, em que 696 dos 1777 estabelecimentos rurais obtiveram crédito rural em 2017. Pindoretama, pertencente à Região Metropolitana de Fortaleza, por outro lado, destaca-se como o município com menor taxa de aces-

sibilidade ao crédito rural no estado do Ceará, de modo que apenas 6 dos 1.490 estabelecimentos rurais declararam ter obtido algum financiamento no período de referência do Censo.

Tabela 1 – Proporção de estabelecimentos rurais com algum financiamento, Ceará, 2017

Região	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo	Controle	Tratados	N
Ceará	0,119	0,069	0,004	0,392	155	27	182
Centro-Sul Cearense	0,092	0,015	0,02	0,193	12	2	14
Jaguaripe	0,118	0,021	0,008	0,392	17	4	21
Metropolitana de Fortaleza	0,066	0,02	0,005	0,181	10	0	10
Noroeste Cearense	0,113	0,008	0,008	0,288	41	5	46
Norte Cearense	0,12	0,011	0,004	0,298	31	5	36
Sertões Cearenses	0,134	0,011	0,029	0,268	25	5	30
Sul Cearense	0,148	0,014	0,034	0,289	19	6	25

Fonte: Censo Agropecuário (IBGE, 2017a).

Ao se observar a heterogeneidade nos níveis de acesso ao crédito rural entre os municípios cearenses, surge uma questão associada às evidências já encontradas na literatura sobre os efeitos do crédito rural. Municípios com maior taxa de cobertura no acesso ao crédito rural estariam positivamente associados com maiores níveis de produção agropecuária? Desse modo, a Tabela 2 fornece as diferenças brutas entre os dois grupos para diferentes indicadores da produção agropecuária no Ceará. Uma vez que o estado se destaca por sua diversidade produtiva, apesar da baixa produtividade, os indicadores considerados remetem à produção animal e vegetal e, especificamente, de lavouras permanentes e temporárias, bem como à produção de duas das principais culturas do estado, milho e feijão.

Os dados mostram que a diferença bruta entre os Grupos de Tratamento e de Controle para todas as variáveis de interesse foram estatisticamente nulas, embora favoráveis ao Grupo de Controle (exceto para a produção de milho), conforme aponta o teste de diferença de médias *t-student* (Tabela 2). Contudo, vale ressaltar que a simples comparação dos resultados médios entre as propriedades rurais representativas de maior e menor acessibilidade ao crédito, como realizada na Tabela 2, pode representar uma estimativa enviesada do efeito de uma maior acessibilidade ao crédito rural, uma vez que diferenças em características observadas e não observadas entre os dois grupos podem confundir a estimativa do efeito.

Para que a estimação do efeito do tratamento sobre os tratados seja livre de viés, uma hipótese fundamental é que a condição de tratamento independa das características observadas e não observadas dos dois grupos. Em métodos não experimentais para dados *cross-section*, a comparação entre observações dos Grupos de Tratamento e de Controle pode ser considerada uma estimativa livre de viés caso as unidades de análises fossem semelhantes em termos dessas características. Entretanto, dada a impossibilidade de verificar a semelhança dos indivíduos dos dois grupos em termos de características não observáveis, supõe-se que se os indivíduos são parecidos em características observáveis, então eles também seriam semelhantes em características não observáveis. Essa é uma hipótese forte, portanto, mas não há garantias que fatores não observados independam do tratamento. Dois produtores rurais podem ter o mesmo nível de escolaridade, no entanto, o produtor tratado é mais perseverante que o produtor não tratado e, portanto, a diferença na produção entre os dois produtores pode ser confundida com a diferença nos níveis de perseverança, que é não observada.

Tabela 2 – Diferença de médias – Indicadores agropecuários – Ceará – 2017

Y	Ceará	Número de observações	Média	Erro-padrão	Desvio-padrão
Produção total	Grupo de Controle	155	19,435	5,201	64,747
	Grupo de Tratamento	27	12,857	1,471	7,644
	Total	182	18,459	4,436	59,839
	Diferença		6,578	12,504	<i>t-student</i> = 0,526
Produção animal	Grupo de Controle	155	14,651	5,084	63,298
	Grupo de Tratamento	27	8,611	1,521	7,902
	Total	182	13,755	4,337	58,503
	Diferença		6,039	12,226	<i>t-student</i> = 0,494
Produção vegetal	Grupo de Controle	155	4,784	0,485	6,041
	Grupo de Tratamento	27	4,245	0,586	3,047
	Total	182	4,704	0,422	5,694
	Diferença		0,539	1,190	<i>t-student</i> = 0,453
Produção lavouras permanentes	Grupo de Controle	141	2,079	0,430	5,108
	Grupo de Tratamento	25	1,060	0,265	1,325
	Total	166	1,926	0,368	4,746
	Diferença		1,019	1,030	<i>t-student</i> = 0,989
Produção lavouras temporárias	Grupo de Controle	154	1,734	0,100	1,243
	Grupo de Tratamento	27	1,576	0,159	0,827
	Total	181	1,710	0,088	1,190
	Diferença		0,158	0,249	<i>t-student</i> = 0,634
Quantidade de feijão	Grupo de Controle	155	0,374	0,033	0,416
	Grupo de Tratamento	27	0,341	0,053	0,275
	Total	182	0,369	0,029	0,398
	Diferença		0,033	0,083	<i>t-student</i> = 0,400
Quantidade de milho	Grupo de Controle	155	0,991	0,086	1,070
	Grupo de Tratamento	27	1,188	0,244	1,270
	Total	182	1,020	0,082	1,100
	Diferença		-0,198	0,230	<i>t-student</i> = -0,862

Fonte: Censo Agropecuário (IBGE, 2017a) e PAM (IBGE, 2017b).

Notas: + $p < 0,1$, * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$.

Neste estudo, a comparação entre os resultados das propriedades rurais representativas com maior acessibilidade e menor acessibilidade ao crédito rural é realizada entre observações que apresentam equilíbrio em termos de características observadas em diferentes momentos estatísticos. Esse equilíbrio é alcançado após a ponderação dos dados por *entropy balancing*, conforme reporta a Tabela 3. A Tabela 3 expressa os três primeiros momentos estatísticos das covariáveis, antes e após a ponderação dos dados no sentido de entropia para as propriedades rurais representativas do Grupo de Tratamento e do Grupo de Controle.

Antes da ponderação dos dados, as estatísticas mostram que os grupos expressam diferenças para os três momentos estatísticos. Em geral, as propriedades rurais representativas no Ceará com maior acessibilidade ao crédito rural se caracterizam por apresentarem maior proporção de dirigentes do sexo masculino, que residem no estabelecimento rural, que não pertencem ao segmento da agricultura familiar e que estão associados. Além disso, caracterizam-se por maiores estabelecimentos em área e empregam mais pessoas no campo. Por outro lado, caracterizam-se por menor proporção de estabelecimentos cujos dirigentes têm idade acima dos 65 anos, baixa escolaridade e que são proprietários da terra.

As *dummies* de mesorregião foram consideradas no balanceamento, uma vez que o desempenho produtivo e o tratamento podem ser influenciados por heterogeneidades específicas regionais,

como as decisões dos gestores públicos municipais, a oferta de crédito ou questões estruturais e culturais dos produtores em cada mesorregião, que afetariam a demanda por crédito rural. Os dados revelam algumas disparidades entre a proporção de um município pertencer ao Grupo de Tratamento ou ao Grupo de Controle em duas das sete mesorregiões. Na mesorregião do Noroeste Cearense, por exemplo, a proporção de propriedades rurais do Grupo de Controle que pertencem a essa mesorregião é superior à proporção de estabelecimentos tratados que pertencem à mesma mesorregião.

Tabela 3 – Três primeiros Momentos Estatísticos para covariáveis, Ceará, 2017

Covariáveis			Grupo de Tratamento			Grupo de Controle		
			Média	Variância	Assimetria	Média	Variância	Assimetria
Antes da ponderação	Em termos de proporções por estabelecimentos rurais	Sexo masculino	0,823	0,002	0,149	0,803	0,004	-0,554
		Idade > 65 anos	0,219	0,001	-0,355	0,228	0,001	0,676
		Baixa Escolaridade	0,594	0,010	-0,672	0,601	0,009	-0,082
		Proprietário da terra	0,643	0,027	-0,452	0,660	0,026	-0,415
		Reside no estabelecimento	0,783	0,010	-0,195	0,749	0,020	-1,051
		Agricultura não familiar	0,262	0,014	1,689	0,250	0,010	0,752
		Associação	0,467	0,028	-0,666	0,415	0,036	-0,161
		Noroeste Cearense	0,185	0,157	1,621	0,265	0,196	1,068
		Norte Cearense	0,185	0,157	1,621	0,200	0,161	1,500
		Metropolitana de Fortaleza	0,000	0,000	-	0,065	0,061	3,545
		Sertões Cearenses	0,185	0,157	1,621	0,161	0,136	1,842
		Jaguaribe	0,148	0,131	1,981	0,110	0,098	2,498
		Centro-Sul Cearense	0,074	0,071	3,253	0,077	0,072	3,162
	Logaritmo natural dos valores absolutos por estabelecimentos rurais	Ln (área)	2,598	0,512	0,470	2,511	0,642	-0,484
		Ln (pessoas ocupadas)	0,835	0,038	-0,238	0,827	0,053	0,060
		Ln (precipitação verão)	4,504	0,053	0,249	4,474	0,044	0,278
		Ln (precipitação inverno)	2,991	0,163	-0,530	3,057	0,190	-0,768
		Ln (temperatura verão)	3,314	0,001	-0,631	3,321	0,001	-0,714
		Ln (temperatura inverno)	3,262	0,001	-0,137	3,277	0,001	-0,741

Covariáveis			Grupo de Tratamento			Grupo de Controle		
			Média	Variância	Assimetria	Média	Variância	Assimetria
Após a ponderação	Em termos de proporções por estabelecimentos rurais	Sexo masculino	0,823	0,002	0,149	0,823	0,004	-0,316
		Idade > 65 anos	0,219	0,001	-0,355	0,219	0,001	0,021
		Baixa Escolaridade	0,594	0,010	-0,672	0,594	0,008	-0,200
		Proprietário da terra	0,643	0,027	-0,452	0,643	0,024	-0,644
		Reside no estabelecimento	0,783	0,010	-0,195	0,783	0,012	-1,079
		Agricultura não familiar	0,262	0,014	1,689	0,262	0,014	0,918
		Associação	0,467	0,028	-0,666	0,466	0,037	-0,278
		Noroeste Cearense	0,185	0,157	1,621	0,185	0,152	1,623
		Norte Cearense	0,185	0,157	1,621	0,185	0,152	1,623
		Metropolitana de Fortaleza	0,000	0,000	-	0,001	0,001	26,990
		Sertões Cearenses	0,185	0,157	1,621	0,185	0,152	1,623
		Jaguaribe	0,148	0,131	1,981	0,148	0,127	1,983
	Centro-Sul Cearense	0,074	0,071	3,253	0,074	0,069	3,256	
	Em termos de Logaritmo natural dos valores absolutos por estabelecimentos rurais	Ln (área)	2,598	0,512	0,470	2,598	0,612	-0,160
		Ln (pessoas ocupadas)	0,835	0,038	-0,238	0,835	0,030	0,198
		Ln (precipitação verão)	4,504	0,053	0,249	4,504	0,055	0,197
		Ln (precipitação inverno)	2,991	0,163	-0,530	2,992	0,138	-0,631
		Ln (temperatura verão)	3,314	0,001	-0,631	3,314	0,001	-0,490
		Ln (temperatura inverno)	3,262	0,001	-0,137	3,262	0,001	-0,455

Fonte: Censo Agropecuário (2017a) e THRG.

Notas: A mesorregião Sul Cearense foi removida para evitar a colinearidade perfeita.

Por outro lado, após a ponderação dos dados, o equilíbrio das covariáveis entre os dois grupos é alcançado quase que de forma exata para os momentos estatísticos, atendendo a hipótese de balanceamento nos observáveis. Desse modo, o Grupo de Controle passa a ter as mesmas características do Grupo de Tratamento em diferentes momentos estatísticos.

4.2 Mais acesso ao crédito rural no Ceará, maior produção agropecuária?

O objetivo principal deste estudo consiste em analisar o efeito de uma maior cobertura no acesso ao crédito rural na produção agropecuária para as propriedades rurais representativas que foram tratadas. Primeiro, exploram-se os efeitos sobre o valor bruto da produção agropecuária e investigam-se dois potenciais mecanismos de transmissão pelos quais o crédito rural pode influenciar os indicadores da produção agropecuária. Em seguida, busca-se explorar os efeitos heterogêneos de uma maior cobertura no acesso ao crédito rural por diferentes fontes e finalidades dos recursos financiados. Por fim, busca-se estimar os efeitos do tratamento para indicadores mais específicos da produção agropecuária, uma vez que o estado do Ceará se destaca pela diversidade produtiva do setor agropecuário.

4.2.1 Efeitos sobre o valor bruto da produção total

Os principais resultados deste estudo estão expressos na Tabela 4. Os efeitos de uma maior cobertura no acesso ao crédito rural sobre a produção agropecuária (captado pelo ATT) estão expressos para estimativas antes da ponderação dos dados (Painel A) e após a ponderação pelo peso de entropia (Painel B). Em ambos os casos, foram estimadas sete diferentes especificações para verificar a sensibilidade no parâmetro de interesse (o ATT) à inclusão de novas covariáveis. Na coluna [1], por exemplo, apenas as *dummies* de mesorregiões estão na especificação, além da variável de tratamento, cujo parâmetro ATT está associado. Na segunda especificação [2], variáveis de temperatura e precipitação foram adicionadas, e assim sucessivamente para os demais vetores de covariáveis, de modo que o Painel X indica quais covariáveis estão incluídas em cada especificação. A especificação completa corresponde à coluna [7], em que todas as covariáveis foram incluídas na regressão.

Os coeficientes associados às *dummies* de mesorregião, temperatura e precipitação, características do produtor, características do estabelecimento e interceptos foram omitidos⁵ propositalmente para facilitar a apresentação dos resultados principais deste estudo, uma vez que essas variáveis foram incluídas apenas para controlar as estimativas por essas características. Além do ATT, do efeito da irrigação e da assistência técnica, cada painel contém a estatística r-quadrado de cada especificação e o número de observações.

Nota-se que as estimativas após a ponderação dos dados são menos sensíveis às diferentes especificações, de modo que o ATT estimado permanece inalterado até a quarta especificação, demonstrando que as covariáveis são independentes da condição de tratamento. Desse modo, considerando o painel B como a estimativa principal deste estudo, observa-se que, na especificação [4] e [6], encontra-se um ATT positivo e significativo. Isto é, ter uma maior cobertura no acesso ao crédito rural amplia o valor bruto da produção em 20,08% (ATT estimado de 0,183 na especificação [6] do Painel B). Portanto, estabelecimentos rurais representativos intensivos no acesso ao crédito rural estão associados positivamente a uma maior produção agropecuária. Esse resultado corrobora achados anteriores do efeito do crédito rural no Brasil (Eusébio; Maia; Silveira, 2020; Freitas; Silva; Teixeira, 2020).

Embora esses resultados corroborem a hipótese de que mais acesso ao crédito rural estimula uma maior produção agropecuária no estado do Ceará, uma questão relacionada à forma arbitrária que define quais estabelecimentos possuem ou não uma maior acessibilidade ao crédito rural. Será que os resultados permanecem ao modificar a condição de tratamento?

Para checar a robustez dos resultados encontrados na Tabela 4, foram realizadas novas estimativas a partir de variações no critério de definição das unidades do Grupo de Tratamento e do Grupo de Controle. A primeira variação permite um aumento no número de propriedades rurais representativas no Grupo de Tratamento (passando de 27 para 41 propriedades rurais) e redução do Grupo de Controle. Neste caso, foram consideradas tratadas aquelas propriedades rurais representativas que possuem uma proporção de estabelecimentos que obtiveram crédito rural ($z1$) superior à média de $z1$ adicionada de 75% de um desvio-padrão de $z1$.

No segundo caso, pertencem ao Grupo de Tratamento as propriedades rurais representativas com proporção de estabelecimentos rurais que obtiveram crédito rural acima da média de $z1$ adicionada de 125% de um desvio-padrão de $z1$. Observa-se uma redução das unidades no Grupo de Tratamento (passando de 27 para 16 propriedades rurais representativas). As estimativas para essas duas variações na condição de tratamento estão expressas na Tabela A1 (em apêndice) e foram ponderadas por novos pesos de entropia, seguindo estratégia similar à estimativa principal. Os resultados para essas diferentes condições de tratamento conferem robustez aos achados da Tabela 4, dada a similaridades dos parâmetros estimados.

5 As estimações completas podem ser enviadas mediante solicitação.

Tabela 4 – Efeito do tratamento sobre os tratados (ATT), Ceará, 2017

Ceará	Variável dependente: Ln (Valor Bruto da Produção)	Modelo [1]	Modelo [2]	Modelo [3]	Modelo [4]	Modelo [5]	Modelo [6]	Modelo [7]
Antes da ponderação dos dados (A)	ATT	0,164 [0,123]	0,182 [0,123]	0,179 [0,125]	0,209+ [0,116]	0,16 [0,113]	0,205+ [0,116]	0,161 [0,113]
	Irrigação	No	No	No	No	2,152** [0,708]	No	2,182** [0,729]
	Assistência Técnica	No	No	No	No	No	0,251 [0,445]	-0,179 [0,456]
	R ²	0,34	0,445	0,475	0,532	0,573	0,533	0,573
	Número de observações	182	182	182	182	182	182	182
Após a ponderação dos dados (B)	ATT	0,193 [0,118]	0,193+ [0,110]	0,193+ [0,110]	0,193+ [0,099]	0,147 [0,102]	0,183+ [0,098]	0,145 [0,101]
	Irrigação	No	No	No	No	1,765* [0,702]	No	1,740* [0,705]
	Assistência Técnica	No	No	No	No	No	0,604 [0,571]	0,135 [0,555]
	R ²	0,178	0,26	0,284	0,41	0,468	0,415	0,468
	Número de observações	182	182	182	182	182	182	182
X	Dummies Mesorregião	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
	Temperatura e precipitação	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
	Características do produtor	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
	Características do Estabelecimento	No	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes

Fonte: Censo Agropecuário (IBGE, 2017a) e THRG.

Notas: A mesorregião Noroeste Cearense foi removida para evitar a colinearidade perfeita. Erros-padrão robustos entre colchetes. + $p < 0.1$, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

O resultado principal deste estudo expresso na Tabela 4 vai ao encontro das afirmações de Freitas, Silva e Teixeira (2020), ao declararem que uma menor restrição financeira proporcionada pelo montante de crédito disponível para o município permitiria aos produtores maior facilidade para adquirir insumos modernos, adotar tecnologias mais produtivas e serviços. Desse modo, essa maior facilidade poderia atuar como mecanismo de transmissão do crédito rural pelo qual a propriedade rural representativa poderia obter maior desempenho produtivo.

Assim, as especificações [5], [6] e [7] na Tabela 4 foram estimadas para testar os mecanismos de transmissão do efeito de um maior acesso ao crédito rural. A especificação [5], por exemplo, adiciona a variável “*proporção de estabelecimentos rurais com algum sistema de irrigação*” em relação à especificação [4]. Note que o parâmetro ATT perde magnitude e significância. Isso é diferente do que ocorre na especificação [6], na qual apenas a variável “*proporção de estabelecimentos rurais que recebem serviços de assistência técnica*” é incluída quando comparada à especificação [4]. Neste caso, não se observa nenhuma sensibilidade do parâmetro ATT. Por outro lado, na especificação [7], que inclui essas duas variáveis, o parâmetro ATT volta a perder magnitude e significância, o que sugere uma superestimação do efeito do crédito rural, dada a ausência dessa variável.

Embora a variável irrigação seja associada positiva e significativamente com a produção agropecuária, a sensibilidade do parâmetro ATT em relação a essa variável pode indicar que a irrigação pode ser um importante canal de transmissão do efeito do crédito rural sobre a produção agropecuária. Isso pode significar que parte do efeito do crédito rural sobre o valor da produção é explicado pelo efeito indireto que o crédito rural exerce sobre a aquisição de sistemas de irrigação, que também estão associados positivamente e significativamente com o valor da produção agropecuária. Rabêlo (2006) enfatiza que o estado do Ceará se destaca nesse aspecto entre os estados do

Nordeste, uma vez que foi organizado em agropolos, onde foram zoneadas as regiões com maiores potencialidades para a agricultura irrigada.

Para testar essa hipótese, regressões complementares foram estimadas para verificar a influência do crédito rural sobre a variável “*proporção de estabelecimentos rurais com algum sistema de irrigação*” (ver Tabela 5). Os resultados encontrados mostram que as propriedades rurais representativas com maior acesso ao crédito rural estão positiva e significativamente associadas com maior proporção de estabelecimentos rurais com algum sistema de irrigação (localizada, por superfície, por aspersão ou outros métodos de irrigação).

Tabela 5 – Efeito sobre a proporção de estabelecimentos com sistema de irrigação, Ceará, 2017

Variável dependente: Irrigação	Ceará
ATT: Crédito rural	0,022+
	[0,013]
Dummies de mesorregião	Sim
Temperatura e Precipitação	Sim
Características do produtor	sim
Características do estabelecimento	Sim
Assistência técnica	Sim
Intercepto	4,168**
	[1,367]
R ²	0,512
Número de observações	182

Fonte: Censo Agropecuário (IBGE, 2017a).

Notas: + p < 0.1, * p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001.

Tais resultados sugerem que propriedades rurais representativas com maior acessibilidade ao crédito rural podem ter acesso a sistemas de irrigação que, por sua vez, influenciam positivamente o valor bruto da produção agropecuária. Assim, a adoção de sistemas de irrigação no Ceará pode atuar como um canal no qual uma maior cobertura de crédito rural afeta a produção agropecuária. Esse resultado reforça a hipótese de que uma menor restrição ao crédito rural permite que os produtores rurais busquem tecnologias capazes de ampliar a sua produtividade agropecuária, conforme também ressaltam Freitas et al. (2020).

4.2.2 Efeitos de uma maior cobertura no acesso ao crédito rural por fonte do recurso

Na subseção anterior, foram apresentadas evidências de que propriedades rurais representativas com maior cobertura no acesso ao crédito rural estão associadas a um maior nível de produção agropecuária. Contudo, os recursos concedidos para estabelecimentos rurais podem ser captados por diferentes fontes, com particularidades distintas, como a forma de amortização, taxa de juros, público-alvo etc. Nesse sentido, este estudo buscou verificar se uma maior cobertura no acesso a determinada fonte do recurso tem os mesmos efeitos sobre a produção agropecuária cearense encontrados anteriormente.

Dada a grande diversidade de fontes de financiamentos às quais os produtores têm acesso, este estudo optou por agregar as diferentes fontes em três possibilidades. A primeira corresponde à proporção de estabelecimentos rurais que receberam recursos não oriundos de programas públicos de crédito rural. Em seguida, estima-se o efeito de uma maior cobertura no acesso ao crédito rural exclusivamente do Pronaf. Por fim, levou-se em consideração uma maior acessibilidade a recursos de outros programas públicos que não fossem o Pronaf. A Tabela 6 expressa o efeito de uma maior cobertura no acesso ao crédito rural (ATT) ao considerar a cobertura por diferentes fontes de financiamento.

Tabela 6 – ATT por diferentes fontes de financiamento, Ceará, 2017

Fonte do financiamento	Ln (Valor Bruto da Produção Total)	Modelo [1]	Modelo [2]	Modelo [3]	Modelo [4]	Modelo [5]	Modelo [6]	Modelo [7]
Outras fontes	ATT	0,123 [0,144]	0,123 [0,133]	0,123 [0,131]	0,123 [0,119]	0,106 [0,117]	0,127 [0,122]	0,122 [0,117]
	Irrigação	No	No	No	No	1,772* [0,700]	No	2,007** [0,728]
	Assistência Técnica	No	No	No	No	No	-0,201 [0,545]	-0,87 [0,646]
	R ²	0,173	0,294	0,322	0,431	0,473	0,431	0,481
	Número de observações	182	182	182	182	182	182	182
Pronaf	ATT	0,113 [0,126]	0,113 [0,118]	0,113 [0,117]	0,113 [0,106]	0,128 [0,100]	0,106 [0,106]	0,144 [0,101]
	Irrigação	No	No	No	No	2,286** [0,686]	No	2,459** [0,748]
	Assistência Técnica	No	No	No	No	No	0,249 [0,653]	-0,574 [0,693]
	R ²	0,158	0,275	0,294	0,422	0,486	0,423	0,49
	Número de observações	175	175	175	175	175	175	175
Outros programas	ATT	0,126 [0,129]	0,126 [0,119]	0,127 [0,118]	0,127 [0,115]	0,071 [0,111]	0,125 [0,109]	0,075 [0,109]
	Irrigação	No	No	No	No	3,091*** [0,793]	No	2,829*** [0,816]
	Assistência Técnica	No	No	No	No	No	1,879* [0,780]	0,662 [0,800]
	R ²	0,405	0,484	0,503	0,546	0,622	0,572	0,624
	Número de observações	171	171	171	171	171	171	171
X	Dummies Mesorregião	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
	Temperatura e precipitação	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
	Características do produtor	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
	Características do Estabelecimento	No	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes

Fonte: Censo Agropecuário (IBGE, 2017a) e THRG.

Notas: + p < 0.1, * p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001. Erros-padrão robustos entre colchetes.

Os achados sugerem que, embora se verifiquem associações positivas sobre o valor bruto da produção agropecuária, o efeito de uma maior cobertura no acesso por diferentes fontes não foi estatisticamente significativo. Esses resultados vão de encontro às evidências encontradas por Freitas et al. (2020) para o caso brasileiro de forma geral. Conforme destacam os autores, o efeito do crédito rural é positivo e significativo, independentemente da fonte do financiamento, no entanto, o efeito de recursos obtidos por outras fontes é superior em relação ao crédito oriundo do Pronaf. Os resultados encontrados para o cenário cearense, por outro lado, podem estar associados ainda à baixa cobertura no acesso ao crédito rural no estado em relação ao que se observa em outros estados e regiões brasileiras.

4.2.3 Efeitos de uma maior cobertura no acesso ao crédito rural por finalidade

Não obstante, além da origem do financiamento, a finalidade do financiamento pode influenciar os resultados de produção agropecuária de forma heterogênea ao contexto que desconsidera a forma na qual os recursos foram investidos. Nesse sentido, este estudo também buscou estimar os efeitos de uma maior cobertura no acesso ao crédito rural sobre a produção agropecuária ao considerar as diferentes finalidades dos financiamentos (Tabela 7).

Tabela 7 – ATT segundo a finalidade do financiamento, Ceará, 2017

Finalidade	Ln (Valor Bruto da Produção)	Modelo [1]	Modelo [2]	Modelo [3]	Modelo [4]	Modelo [5]	Modelo [6]	Modelo [7]
Custeio	ATT	0,228+ [0,118]	0,228* [0,112]	0,228* [0,112]	0,228* [0,100]	0,184+ [0,102]	0,212* [0,097]	0,179+ [0,100]
	Irrigação	No	No	No	No	1,565* [0,672]	No	1,404* [0,673]
	Assistência Técnica	No	No	No	No	No	1,109+ [0,594]	0,634 [0,599]
	R ²	0,185	0,275	0,288	0,445	0,484	0,46	0,489
	Número de observações	181	181	181	181	181	181	181
Investimento	ATT	0,321 [0,245]	0,321 [0,223]	0,321 [0,201]	0,321* [0,157]	0,352* [0,142]	0,320* [0,156]	0,351* [0,143]
	Irrigação	No	No	No	No	4,656*** [1,259]	No	4,569*** [1,353]
	Assistência Técnica	No	No	No	No	No	1,270+ [0,724]	0,387 [0,746]
	R ²	0,181	0,315	0,41	0,579	0,655	0,585	0,656
	Número de observações	180	180	180	180	180	180	180
X	Dummies Mesorregião	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
	Temperatura e precipitação	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
	Características do produtor	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
	Características do Estabelecimento	No	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes

Fonte: Censo Agropecuário (IBGE, 2017a) e THRG.

Notas: + p < 0.1, * p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001. Erros-padrão robustos entre colchetes.

Apesar da possibilidade de quatro diferentes finalidades, este estudo considerou apenas as duas principais finalidades nas quais os recursos geralmente são concedidos, a saber, as finalidades de custeio e investimento. As evidências apontam que os efeitos de uma maior cobertura no acesso ao crédito rural segundo a finalidade do financiamento são positivos e significativos independentemente da finalidade. Contudo, conforme expresso na Tabela 7, o efeito de recursos concedidos para finalidade de investimentos tende a ser superior ao efeito encontrado para finalidade de custeio.

4.2.4 Efeitos sobre outros indicadores da agropecuária cearense

Até aqui foram examinados os efeitos de uma maior cobertura no acesso ao crédito rural na produção agropecuária, que está medida em termos de valor bruto da produção total no Ceará. Contudo, o Ceará se destaca por sua diversidade produtiva, de modo que uma maior acessibilidade em crédito rural pode imprimir efeitos heterogêneos a depender do tipo de produto considerado. Nesta seção, avalia-se o efeito de uma maior cobertura no acesso ao crédito rural sobre diversos indicadores da produção agropecuária.

Primeiro, estima-se o efeito sobre o valor da produção animal, vegetal, lavouras permanentes e temporárias. Em seguida, estima-se o efeito sobre toneladas produzidas de feijão e milho, que são as principais culturas de lavouras temporárias no estado e cujos dados estão disponíveis para a grande maioria dos municípios. Ao seguir a mesma estratégia empírica da Tabela 4, a Tabela 8 expõe as estimativas do efeito médio do tratamento sobre os tratados de uma maior cobertura no acesso ao crédito rural sobre diferentes indicadores da produção agropecuária.

Tabela 8 – ATT segundo o tipo de produção agropecuária, Ceará, 2017

Tipo de produção		Modelo [1]	Modelo [2]	Modelo [3]	Modelo [4]	Modelo [5]	Modelo [6]	Modelo [7]
Animal	ATT	0,082 [0,192]	0,082 [0,168]	0,082 [0,164]	0,082 [0,138]	0,074 [0,146]	0,072 [0,139]	0,067 [0,146]
	Irrigação	No	No	No	No	0,336 [1,096]	No	0,22 [1,113]
	Assistência Técnica	No	No	No	No	No	0,683 [0,920]	0,624 [0,901]
	R ²	0,276	0,421	0,45	0,569	0,57	0,571	0,572
	Número de observações	182	182	182	182	182	182	182
Vegetal	ATT	0,087 [0,132]	0,087 [0,120]	0,087 [0,121]	0,087 [0,105]	0,024 [0,101]	0,088 [0,104]	0,032 [0,100]
	Irrigação	No	No	No	No	2,396*** [0,552]	No	2,533*** [0,568]
	Assistência Técnica	No	No	No	No	No	-0,057 [0,630]	-0,74 [0,516]
	R ²	0,179	0,301	0,313	0,481	0,559	0,481	0,563
	Número de observações	182	182	182	182	182	182	182
Lavouras permanentes	ATT	-0,074 [0,406]	-0,138 [0,385]	-0,096 [0,386]	-0,121 [0,297]	-0,264 [0,277]	-0,115 [0,297]	-0,266 [0,279]
	Irrigação	No	No	No	No	6,103*** [1,459]	No	6,163*** [1,538]
	Assistência Técnica	No	No	No	No	No	1,812 [2,021]	-0,314 [1,919]
	R ²	0,375	0,501	0,516	0,675	0,727	0,678	0,727
	Número de observações	164	164	164	164	164	164	164
Lavouras temporárias	ATT	0,005 [0,103]	0,012 [0,096]	0,016 [0,093]	0,011 [0,078]	0,002 [0,075]	0,01 [0,078]	0,003 [0,076]
	Irrigação	No	No	No	No	0,35 [0,538]	No	0,355 [0,516]
	Assistência Técnica	No	No	No	No	No	0,067 [0,499]	-0,028 [0,468]
	R ²	0,167	0,287	0,316	0,52	0,523	0,52	0,523
	Número de observações	181	181	181	181	181	181	181
Feijão	ATT	0,068 [0,197]	0,068 [0,185]	0,068 [0,180]	0,068 [0,171]	0,029 [0,169]	0,076 [0,182]	0,040 [0,175]
	Irrigação	No	No	No	No	1,483 [1,045]	No	1,67 [1,155]
	Assistência Técnica	No	No	No	No	No	-0,557 [1,320]	-1,007 [1,415]
	R ²	0,09	0,21	0,239	0,324	0,341	0,325	0,347
	Número de observações	182	182	182	182	182	182	182
Milho	ATT	0,076 [0,212]	0,076 [0,199]	0,076 [0,195]	0,076 [0,190]	0,064 [0,193]	0,066 [0,200]	0,058 [0,200]
	Irrigação	No	No	No	No	0,468 [1,081]	No	0,365 [1,185]
	Assistência Técnica	No	No	No	No	No	0,653 [1,284]	0,555 [1,409]
	R ²	0,398	0,457	0,471	0,505	0,506	0,506	0,507
	Número de observações	182	182	182	182	182	182	182

	Tipo de produção	Modelo [1]	Modelo [2]	Modelo [3]	Modelo [4]	Modelo [5]	Modelo [6]	Modelo [7]
X	<i>Dummies</i> Mesorregião	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
	Temperatura e precipitação	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
	Características do produtor	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
	Características do Estabelecimento	No	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes

Fonte: Censo Agropecuário (IBGE, 2017a); PAM (IBGE, 2017b) e THRG.

Notas: + $p < 0.1$, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$. Erros-padrão robustos entre colchetes.

As evidências encontradas neste estudo apontam que, para indicadores desagregados da produção agropecuária no Ceará, o efeito de uma maior cobertura no acesso ao crédito rural não está associado a maiores níveis de nenhuma das produções agropecuárias de forma específica.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo avaliou essencialmente se mais acesso ao crédito rural é importante para aumentar a produção agropecuária no estado do Ceará, utilizando a proporção de estabelecimentos rurais que receberam crédito rural para determinar os municípios com maior e menor cobertura no acesso ao crédito rural. Assim, municípios com taxa de cobertura no acesso ao crédito rural superior à média adicionada de 1 desvio-padrão foram definidos como Grupo de Tratamento. Portanto, buscou-se estimar Efeito Médio do Tratamento sobre os Tratados (ATT), por meio de uma estratégia que combina regressões-padrão e balanceamento por entropia, que permitiu um equilíbrio exato das características observadas entre os Grupos de Tratamento e de Controle em três momentos estatísticos (média, variância e assimetria).

Os resultados deste estudo mostram que o tratamento dado por uma maior taxa de cobertura no acesso ao crédito rural apresenta um efeito positivo e significativo sobre o valor bruto da produção agropecuária no estado do Ceará. No entanto, não é suficiente para influenciar significativamente produções de culturas específicas, como milho e feijão, que se destacam como as duas principais culturas de lavouras temporárias do estado. Ademais, a estimação do ATT considerando a ponderação por balanceamento por entropia evidencia que uma simples comparação entre os resultados médios do Grupo de Tratamento e de Controle pode levar a interpretações equivocadas do efeito de uma maior intensidade no acesso ao crédito rural, como exposto na Tabela 2.

Por outro lado, constatou-se que a finalidade do recurso financiado possibilita efeitos heterogêneos de uma maior cobertura no acesso ao crédito rural. O efeito de maior acesso ao crédito rural com finalidade de investimento parece importar mais para a produção agropecuária do que quando comparado à finalidade de custeio, embora ambas possuam efeitos positivos e significativos sobre o setor agropecuário cearense.

Outro achado deste estudo foi que a origem do recurso parece não exercer influência significativa na produção agropecuária. Observou-se também que municípios com maior cobertura no acesso ao crédito rural no estado do Ceará estão mais propícios à implementação de novas tecnologias de produção, como a implantação de sistemas de irrigação, sendo esse um possível canal de transmissão dos efeitos de uma maior acessibilidade ao crédito rural sobre a produção agropecuária cearense.

Conclui-se, portanto, que uma maior cobertura no acesso ao crédito rural no Ceará é importante para o desenvolvimento rural desse estado. Entretanto, dado o baixo nível de cobertura no acesso a esses recursos, os efeitos ainda não são perceptíveis para setores específicos da agropecuária cearense. Além disso, reduzir as restrições ao crédito rural no estado do Ceará pode permitir que os produtores rurais invistam cada vez mais em tecnologias capazes de ampliar a produtividade

da terra, como os sistemas de irrigação, uma vez que os níveis de precipitação costumam ser insuficientes e não favoráveis ao desenvolvimento das culturas na maioria dos municípios cearenses.

Apesar dos resultados favoráveis à expansão do acesso ao crédito rural no estado do Ceará, salientam-se algumas limitações do estudo que, se superadas, podem fornecer estimativas mais confiáveis e precisas. Com respeito à base de dados, o acesso público aos microdados do Censo Agropecuário 2017 permitiria estimar os efeitos causais do acesso ao crédito rural sem a necessidade de uma definição ad hoc da variável de tratamento. Além disso, evitaria possíveis fragilidades do modelo provenientes do nível de agregação dos dados. Mesmo assim, o estudo ainda se limitaria a uma análise *cross-section*, que inviabiliza a utilização de métodos mais robustos de inferência causal, como em modelos de dupla diferença. A limitação relacionada aos dados pode sugerir que pesquisas futuras explorem os microdados. Além disso, a utilização de métodos de inferência causal baseados em variáveis de tratamento contínuo pode trazer novas evidências ao tema estudado aqui, evitando também uma definição ad hoc da variável de tratamento.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, J. A.; VIEIRA FILHO, J. E. R. Análise dos impactos do Pronaf na agricultura do Brasil no período de 2007 a 2016. **Texto para discussão IPEA**, n. 2412, Rio de Janeiro-RJ: IPEA, 2018.
- ASSUNÇÃO, J.; SOUZA, P. Resumo para política pública. **O impacto do crédito rural na agricultura brasileira e no meio ambiente**. Rio de Janeiro: Climate Policy Initiative, 2019. Disponível em: <https://www.climatepolicyinitiative.org/wp-content/uploads/2019/04/PB-Impact-Rural-Credit-Brazilian-Agriculture-PT-17Abr-1.pdf>.
- COSTA, E. M.; VIEIRA FILHO, J. E. R. Choque de oferta no crédito rural e seu impacto produtivo na agricultura brasileira. In: SACHSIDA, A. (org.). **Políticas públicas: avaliando mais de meio trilhão de reais em gastos públicos**. Brasília: IPEA, 2018, p. 207-224.
- COSTA, E. M. et al. Efeitos heterogêneos do programa Agroamigo sobre os pequenos produtores rurais. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 49, n. 2, 2018, p. 43-61.
- 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. **Rev. Econ. Sociol. Rural**, v. 61, n. 1, 2023, p. e247380.
- DIAS, T. K. M. et al. O impacto da posse da terra do agricultor familiar sobre o acesso ao crédito rural. **Planejamento e Políticas Públicas**, n. 58, 2021, p. 33-71.
- DAMASCENO, N. P.; KHAN, A. S.; LIMA, P. V. P. S. O impacto do Pronaf sobre a sustentabilidade da agricultura familiar, geração de emprego e renda no Estado do Ceará. **Rev. Econ. Sociol. Rural**, v. 49, n. 1, 2011, p. 129-156.
- EUSÉBIO, G. S.; MAIA, A. G.; SILVEIRA, R. L. F. Crédito rural e impacto sobre o valor da produção agropecuária: uma análise para agricultores não familiares. **Gestão & Regionalidade**, v. 36, n. 108, 2020, p. 89-109.
- FREITAS, C. O.; SILVA, F. A.; TEIXEIRA, E. C. Crédito rural e desempenho produtivo na agropecuária brasileira. In: VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. (Orgs). **Uma jornada pelos contrastes do Brasil: cem anos do Censo Agropecuário**. Brasília: IPEA, 2020.
- GARCIAS, M. O.; KASSOUF, A. L. Assessment of rural credit impact on land and labor productivity for Brazilian family farmers. **Nova Economia**, v. 26, n. 3, 2016, p. 721-746.

GASQUES, J. G.; BACCHI, M. R. P.; BASTOS, E. T. Impactos do crédito rural sobre variáveis do agronegócio. **Revista de Política Agrícola**, v. XXVI, n. 4, 2017, p. 132-140.

HAINMUELLER, J. Entropy balancing for causal effects: A multivariate reweighting method to produce balanced samples in observational studies. **Political Analysis**, v. 20, n. 1, 2012, p. 25-46.

HELFAND, S. M.; MAGALHÃES, M. M.; RADA, N. E. Brazil's agricultural total factor productivity growth by farm size. **IDB Working Paper N. 609**, Washington DC, 2015.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2017**: Resultados definitivos. Rio de Janeiro: IBGE, 2017a. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017/resultados-definitivos>.

_____. **Produção Agrícola Municipal**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017b. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>

MAIA, A. G.; EUSÉBIO, G. S.; SILVEIRA, R. L. F. Can credit help small family farming? Evidence from Brazil. **Agricultural Finance Review**, v. 80, n. 2, 2020, p. 212-230.

PASSOS, A. T. B.; KHAN, A. S. O impacto do PRONAF sobre a sustentabilidade agrícola de agricultores familiares na microrregião do vale do médio Curu, no estado do Ceará. **Economia Aplicada**, v. 23, n. 4, 2019, p. 53-78.

RABÊLO, A. N. **Contribuição ao estudo da imprimação betuminosa das bases rodoviárias do Estado do Ceará**. 2006. 183 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2006.

SANTOS, R. B. N.; BRAGA, M. J. Impactos do Crédito Rural na produtividade da terra e do trabalho nas Regiões Brasileiras. **Economia Aplicada**, v. 17, n. 3, 2013, p. 299-324.

SHEFFIELD, J.; GOTETI, G.; WOOD, E. F. Development of a 50-year high-resolution global dataset of meteorological forcings for land surface modeling. **Journal of Climate**, v. 19, n. 13, 2006, p. 3088-3111.

SOBREIRA, D. B. et al. Eficiência técnica agropecuária no estado da Bahia e seus fatores condicionantes no curto e longo prazo. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 47, n. 2, 2016, p. 59-76.

SOUZA, P.; MOURÃO, J.; ASSUNÇÃO, J. **Os impactos do crédito rural na agropecuária e no uso da terra: uma análise dos biomas brasileiros**. Rio de Janeiro: Climate Policy Initiative, 2021. Disponível em: <https://www.climatepolicyinitiative.org/wp-content/uploads/2021/01/DQ-Os-Impactos-de-Credito-Rural-na-Agropecuaria-e-no-Uso-da-Terra.pdf>

APÊNDICE A – SENSIBILIDADE DO ATT A VARIAÇÕES DA CONDIÇÃO DE TRATAMENTO

Tabela A1 – Efeito do tratamento segundo diferentes condições de tratamento – Ceará – 2017

Ceará	Variável dependente	Após a ponderação por entropia						
	Ln (Valor Bruto da Produção)	Modelo [1]	Modelo [2]	Modelo [3]	Modelo [4]	Modelo [5]	Modelo [6]	Modelo [7]
T = 1 se $z1 >$ média de $z1 + 0,5 \times$ desvio-padrão de $z1$	ATT	0,193+ [0,106]	0,198+ [0,104]	0,199+ [0,104]	0,200* [0,101]	0,133 [0,096]	0,198* [0,100]	0,133 [0,097]
	Irrigação	No	No	No	No	2,385*** [0,710]	No	2,365** [0,741]
	Assistência Técnica	No	No	No	No	No	0,743 [0,547]	0,101 [0,569]
	R ²	0,26	0,308	0,333	0,428	0,505	0,433	0,505
	Número de observações	182	182	182	182	182	182	182
T = 1 se $z1 >$ média de $z1 + 0,75 \times$ desvio-padrão de $z1$	ATT	0,192 [0,127]	0,141 [0,160]	0,185 [0,161]	0,229+ [0,126]	0,18 [0,122]	0,214+ [0,119]	0,18 [0,121]
	Irrigação	No	No	No	No	1,461** [0,538]	No	1,446** [0,527]
	Assistência Técnica	No	No	No	No	No	0,783 [0,641]	0,047 [0,684]
	R ²	0,305	0,355	0,388	0,55	0,582	0,557	0,582
	Número de observações	182	182	182	182	182	182	182
X	Dummies Mesorregião	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
	Temperatura e precipitação	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
	Características do produtor	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
	Características do Estabelecimento	No	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes

Fonte: Censo Agropecuário (IBGE, 2017a) e THRG.

Notas: A mesorregião Noroeste Cearense foi removida para evitar a colinearidade perfeita. Erros-padrão robustos entre colchetes. + $p < 0.1$, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.