

# Produção orgânica na agricultura familiar brasileira: o impacto do Pronaf como política de (des)incentivo

*Organic production in Brazilian family farming: the impact of Pronaf as an (dis)incentive policy*

Bruno de Souza Machado<sup>1</sup> , Mateus de Carvalho Reis Neves<sup>1</sup> , Marcelo José Braga<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Programa de Pós-graduação em Economia Aplicada, Departamento de Economia Rural, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa (MG), Brasil. E-mails: bruno.machado@ufv.br; mateus.neves@ufv.br; mjbraga@ufv.br

**Como citar:** Machado, B. S., Neves, M. C. R., & Braga, M. J. (2025). Produção orgânica na agricultura familiar brasileira: o impacto do Pronaf como política de (des)incentivo. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 63, e293071. <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2025.293071>

**Resumo:** Este estudo examina a relação entre o acesso ao crédito via Pronaf e a produção orgânica na agricultura familiar brasileira. Utilizam-se dados do Censo Agropecuário 2017 e o modelo *Endogenous Switching Probit*, que corrige o viés de seleção associado a fatores não observáveis nesse acesso. Os resultados indicam que fatores observáveis, como o uso de agrotóxicos, a associação à cooperativa e o acesso à assistência técnica, elevam a chance de os municípios serem intensivos no acesso ao Pronaf, mas reduzem a probabilidade de serem intensivos na produção orgânica. Estima-se que a intensidade no acesso ao Pronaf está associada a uma redução de 13,4 pontos percentuais na probabilidade de os municípios também serem intensivos na produção orgânica. Portanto, para promover um desenvolvimento rural mais equilibrado, é estratégico que o Pronaf estimule a transição para sistemas produtivos mais sustentáveis, como o orgânico, considerando a aparente predominância de práticas produtivas convencionais entre os beneficiários do Programa. Ademais, é essencial revisar a política de assistência técnica, tornando-a mais efetiva e complementar ao Pronaf, principalmente na busca por maior sustentabilidade produtiva.

**Palavras-chave:** agricultura familiar, Pronaf, produção orgânica, endogeneidade.

**Abstract:** This study examines the relationship between access to rural credit via Pronaf and organic production within Brazilian family farming. The analysis relies on data from the 2017 Agricultural Census and employs the Endogenous Switching Probit model to correct for selection bias associated with unobservable factors. Results show that variables such as pesticide use, cooperative membership, and access to technical assistance increase the likelihood of municipalities being intensive in Pronaf access but decrease the likelihood of them being intensive in organic production. The intensity of Pronaf access is estimated to reduce the probability of a municipality also being intensive in organic production by 13.4 percentage points. To foster more balanced rural development, Pronaf should strategically support the transition to more sustainable production systems, such as organic farming, especially considering the apparent predominance of conventional practices among its beneficiaries. Revising the technical assistance policy is also essential to enhance its effectiveness and ensure better alignment with Pronaf, particularly in advancing productive sustainability.

**Keywords:** family farming, Pronaf, organic production, endogeneity.

## 1 Introdução

As produções orgânica e agroecológica têm ganhado relevância em diferentes países, principalmente com a elevação da demanda por produtos mais saudáveis e os problemas ambientais e climáticos (Martins et al., 2016; Weber & Silva, 2021; Silva & Firme, 2024). No Brasil, elas começaram a ter apoio governamental em escala nacional a partir da primeira década do século XXI, com linhas de crédito direcionadas, sobretudo devido às recomendações de acordos internacionais e à pressão de movimentos sociais (Aquino et al., 2017).



A produção orgânica é vista como uma solução potencial para o desenvolvimento produtivo de pequenos produtores, principalmente aqueles com menos de 10 hectares, presentes de forma significativa na agricultura familiar (Blanc & Kledal, 2012; Caumo & Staduto, 2014; Souza et al., 2019; Gomes et al., 2024). Nesse contexto, no âmbito do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), foram criadas linhas especiais de crédito ao longo da primeira década do século XXI, direcionadas aos agricultores para apoiar a conversão de sistemas de produção convencionais para sistemas de produção orgânica e agroecológica.

Na década seguinte, com o intuito de consolidar o compromisso do Governo com a ampliação e a efetivação de ações voltadas ao desenvolvimento rural mais sustentável (Brasil, 2013), foi criada, em 2012, a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (PNAPO). Associado à PNAPO, em 2013, surgiu o Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (Planapo), tendo as linhas especiais do Pronaf como uma das metas para o avanço da PNAPO no Planapo I, vigente no período 2013-2015, e no Planapo II, no período 2016-2018.

Contudo, as linhas especiais do Pronaf não apresentaram um bom desempenho quando comparadas ao total de recursos aplicados via Pronaf nos Planos-Safras (Sambuichi & Oliveira, 2011). Os Planapos I e II também não apresentaram resultados satisfatórios em relação a consolidação e a ampliação da produção orgânica no Brasil, considerando o desempenho das linhas especiais do Pronaf, embora o Planapo II tenha apresentado alteração de rota em algumas questões e obtido resultados mais satisfatórios do Pronaf em relação ao Planapo I.

Dessa forma, investigar o papel do Pronaf enquanto política de incentivo à expansão e manutenção da produção orgânica é relevante tanto para avaliá-lo quanto para aprimorá-lo como política pública de crédito. De maneira complementar, compreender a relevância da produção orgânica mostra-se essencial não só para a agricultura familiar, produtora de significativa parcela de alimentos, mas também para a população brasileira, potencial consumidora final desses produtos. Ademais, a produção orgânica tende a desempenhar um papel importante na mitigação dos efeitos das mudanças climáticas que têm afetado o Brasil, ao ajudar na redução da emissão de gases de efeito estufa, na captura do carbono no solo e na conservação da biodiversidade.

Assim, este estudo propõe responder à seguinte questão: *Qual é o efeito do acesso ao Pronaf na prática da produção orgânica da agricultura familiar brasileira?* Ao respondê-la, o presente trabalho contribui, primeiramente, com a relação de interesse investigada, pertinente para o desenvolvimento ambientalmente mais sustentável da agricultura familiar brasileira, dado que a produção orgânica é uma alternativa ímpar para os pequenos produtores.

Outra contribuição é o fornecimento de informações importantes para o aprimoramento e/ou mudança de rota do Pronaf, fundamental para a contínua evolução de uma relevante política pública nacional. Além disso, a promoção de estudos sobre a produção orgânica é essencial para que receba mais incentivo não só governamental, mas também de outras instituições e da sociedade. Essa questão torna-se ainda mais relevante diante da situação atual das mudanças climáticas e da preocupação crescente com a alimentação da população do país.

Para investigar a relação de interesse, a análise baseia-se no conceito de intensidade do acesso ao Pronaf e da produção orgânica, uma vez que os dados estão disponibilizados em nível municipal. Nesse contexto, adota-se o modelo Probit de Comutação Endógena (*Endogenous Switching Probit* – ESP), que permite corrigir a possível endogeneidade associada ao acesso ao Pronaf, investigar os determinantes dessas intensidades e mensurar o efeito causal da intensidade do acesso ao Pronaf sobre a intensidade da produção orgânica, além de possíveis efeitos heterogêneos. Ressalta-se que diferentes bases de dados são utilizadas para caracterizar o agricultor familiar, o estabelecimento familiar e o município onde se localizam.

O artigo organiza-se em cinco seções, além desta introdução. A próxima seção apresenta a fundamentação teórica empregada. A terceira seção discute a metodologia, baseada no modelo *Endogenous Switching Probit*. A quarta seção discorre sobre os dados utilizados. Na quinta seção, os resultados são expostos e discutidos. Por fim, apresentam-se as conclusões do estudo.

## 2 Fundamentação Teórica

### 2.1 Produção orgânica e os seus determinantes no Brasil

No Brasil, a produção orgânica é normatizada pela lei nº 10.831 de 2003 (Brasil, 2003), que a caracteriza pela adoção de técnicas específicas que otimizam o uso dos recursos socioeconômicos e naturais. Essa produção compõe o chamado sistema produtivo alternativo<sup>1</sup> (Assis, 2002), em oposição ao sistema produtivo convencional, adotado durante o período de modernização do setor agropecuário no Brasil com a Revolução Verde (Schneider et al., 2020).

A literatura aponta diferentes benefícios e vantagens proporcionados pelo sistema produtivo orgânico. Entre eles, tem-se a melhora da qualidade de vida do produtor, de sua família e de seus funcionários; a melhora da relação de trabalho entre produtor e funcionário; os benefícios para o consumidor final, como segurança alimentar, e a preservação ambiental (Caumo & Staduto, 2014; Martins et al., 2016; Weber & Silva, 2021; Gomes et al., 2024).

Uma questão-chave para a produção orgânica é a verificação de que o produto seja, de fato, orgânico. Como essa qualidade não é observável, necessita-se, em muitos casos, da certificação. Além disso, a assimetria de informação presente no mercado faz com que, às vezes, apenas produtores e comerciantes conheçam a real qualidade do produto, sendo a certificação a principal garantia para o consumidor (Caumo & Staduto, 2014; Souza et al., 2019).

A obtenção de certificação, contudo, traz barreiras, como exigência de três anos para transição e custos financeiros. No entanto, ela pode não ser necessária, caso o agricultor familiar com comercialização direta com o consumidor final, cumpra alguns requisitos, como estar associado a alguma Organização de Controle Social<sup>2</sup>, por exemplo (Barbosa & Sousa, 2012).

Destaca-se que a produção orgânica é influenciada pelo processo social sobre o qual é construída (Assis, 2002), o que a faz apresentar duas abordagens. A primeira demonstra uma lógica empresarial, mais orientada ao mercado externo, enquanto a segunda traz uma lógica familiar, voltada ao mercado interno, ao mercado local (Souza et al., 2019). De todo modo, independente do foco da produção orgânica, o retorno sobre o investimento dependerá de diferentes fatores, como o nível tecnológico e o seu uso adequado (Martins et al., 2016). Assim, há diferentes determinantes que podem influenciar a decisão do produtor em adotar ou permanecer na produção orgânica, bem como se tornar certificado.

Mazzoleni & Nogueira (2006), por meio de uma pesquisa de campo com 57 produtores, investigam as características do produtor orgânico no estado do Paraná. Os resultados revelam que, entre os produtores no processo de conversão, a idade média é de 39,5 anos, com predominância de pessoas com até a 4ª série e baixa contratação de mão de obra. Entre os produtores certificados, a média de idade é de 40,3 anos; uma parte significativa possui graduação, já desenvolveu atividade não agrícola e contrata mão de obra.

<sup>1</sup> O sistema produtivo alternativo abrange também a agricultura natural, a agricultura biodinâmica, a agricultura biológica, a agricultura ecológica (agroecologia) e a permacultura (Campanhola & Valarini, 2001).

<sup>2</sup> Os outros mecanismos legais para reconhecer o produtor como produtor orgânico no Brasil são Sistema Participativo de Garantia (SPG) e auditoria (Muñoz et al., 2016; Brito et al., 2023).

Com dados do Censo Agropecuário 2006, Barbosa & Sousa (2012) revelam que os produtores orgânicos se destacam por serem proprietários dos estabelecimentos, possuírem área inferior a 50 hectares, terem ensino fundamental incompleto, não receberem de assistência técnica e não estarem associados a nenhuma organização. Contudo, os autores expõem que os produtores orgânicos com certificação apresentam características distintas: área acima de 500 hectares, ensino superior, recebimento de assistência técnica, associação à cooperativa, além de serem proprietários do estabelecimento.

Destaca-se que o Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos (CNPO) é utilizado em alguns estudos. Brito et al. (2023) investigam 506 produtores do estado de São Paulo e verificam que a maioria são homens, da agricultura familiar e com idade entre 40 e 60 anos. Já Gomes et al. (2024), com questionário aplicado a 2.325 produtores do CNPO, observam que a maioria são homens, com idade acima de 40 anos, graduação ou pós-graduação, área inferior a 20 hectares e acesso à assistência. Os autores revelam, ainda, que quase 30% dos entrevistados consideram a falta de crédito como a principal dificuldade em adotar a produção orgânica.

Utilizando informações do Censo Agropecuário 2017, Souza et al. (2021) apontam que ser associado a cooperativas e receber assistência técnica impactam positivamente a produção orgânica, enquanto o crédito a impacta negativamente. Silva & Firme (2024), por sua vez, indicam que áreas entre 5 e 50 hectares, ausência de agrotóxicos e proximidade a grandes centros estão positivamente relacionadas à produção orgânica. Porém, precipitações excessivas, temperatura elevada e assistência técnica têm uma relação negativa com esse sistema produtivo.

Por fim, a disponibilidade de crédito é considerada um dos principais determinantes ou, como disseminado pela literatura, um dos principais entraves para a produção orgânica (Martins et al., 2016). O crédito mostra-se essencial para que produtores já atuantes nesse sistema produtivo invistam mais e melhor em sua produção. Àqueles que querem adotar a produção orgânica, o financiamento é visto como basilar, principalmente para os pequenos produtores, dadas as incertezas e as dificuldades durante o período de conversão. Nesse sentido, políticas públicas de financiamento, como o Pronaf, apresentam-se como importantes indutores para o desenvolvimento dos sistemas produtivos alternativos no Brasil, como a produção orgânica.

## 2.2 Pronaf e a promoção da produção orgânica na agricultura familiar

O Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), criado em 1996, teve em sua concepção o objetivo de promover o desenvolvimento sustentável dos produtores que compõem o segmento da agricultura familiar brasileira, com oferta de crédito rural subsidiado e apoio institucional (Sambuichi & Oliveira, 2011; Aquino et al., 2017). Contudo, apesar dos impactos positivos na produção da agricultura familiar, o Pronaf foi alvo de diferentes críticas por não ter sido efetivo na mudança do modelo vigente de desenvolvimento agropecuário nacional (Sambuichi & Oliveira, 2011). O Programa apresentou, por outro lado, desde a sua criação, um caráter mais concentrador em determinados produtos, como as *commodities*, em determinadas regiões, como o Sul do Brasil, e em determinados produtores, como os mais capitalizados e integrados ao mercado (Machado et al., 2024a).

Nesse contexto, na primeira década do século XXI surgem as linhas especiais do Pronaf (Pronaf Floresta e Pronaf Semiárido, criados em 2003; Pronaf Agroecologia, em 2005; Pronaf ECO, em 2007), denominadas “Pronaf Verde” ou “linhas verdes” do Pronaf (Fossá et al., 2019). Essas linhas foram vistas como forma do Governo reconhecer as demandas de organizações da agricultura familiar por um sistema produtivo mais sustentável (Aquino et al., 2017).

Entretanto, apesar de uma distribuição mais equilibrada dos recursos via Pronaf Verde no país, Sambuichi & Oliveira (2011) evidenciam uma baixa aplicação dos recursos do Programa nessas linhas especiais nos Planos-Safras de 2004-2005 a 2009-2010. Segundo os autores, as linhas somaram menos de 2% do crédito para investimento de cerca de R\$ 20,1 bilhões, com o Pronaf Agroecologia apresentando o pior resultado entre as linhas do Pronaf Verde.

Desse modo, dentro do PNAPO, surge em 2013 o Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (Planapo), na tentativa de renovar as expectativas para o desenvolvimento de uma agricultura mais sustentável, principalmente via Pronaf Verde (Aquino et al., 2020). O Planapo I, primeira edição do Plano no período 2013-2015, teve entre suas metas a ampliação do crédito para as produções orgânica e agroecológica, dado o baixo acesso dos agricultores às linhas de crédito rural, principalmente ao Pronaf. Nesse sentido, entre as iniciativas do Planapo I estiveram a realização de ajustes no Pronaf Agroecologia (Sambuichi et al., 2017).

Os resultados do Planapo I, entretanto, revelaram-se tímidos, o que demonstra o desafio da ampliação do acesso ao crédito para essas produções, em especial via Pronaf. Por meio deste, apenas R\$ 63,1 milhões foram concedidos de um total de R\$ 2,5 bilhões programados, representando 1.973 contratos realizados e apenas 2,5% dos recursos (Brasil, 2016a).

Por sua vez, o Planapo II, no período 2016-2018, alterou a rota em diferentes frentes. Em relação ao crédito, por exemplo, a meta sobre o Pronaf passou a ser 2 mil operações nas linhas do Programa para projetos de produção orgânica e de base agroecológica (Brasil, 2016b).

Todavia, questões políticas e institucionais, como a extinção do Ministério do Desenvolvimento Agrário, em 2016, afetaram negativamente a execução do Plano (Sambuichi et al., 2023). Ainda assim, os resultados do Planapo II demonstraram um aumento nos contratos e no montante total financiado pelo Pronaf Verde para as produções orgânica e agroecológica.

Diante do exposto, apesar dos avanços, o Pronaf ainda mantém tendência concentradora (Schneider et al., 2020; Machado et al., 2024a). Ademais, a tendência das instituições financeiras pelas linhas mais tradicionais do Programa ao concederem o crédito também se mostra como outro obstáculo para os sistemas alternativos de produção (Fossá et al., 2019).

### 3 Metodologia

#### 3.1 Endogenous Switching Probit (ESP)

A decisão de transição para um sistema de produção orgânico, assim como a decisão de sua expansão ou manutenção, está relacionada diretamente com a questão financeira. Nesse contexto, a agricultura familiar brasileira tem a seu dispor linhas de crédito via Pronaf que possibilitam tomar essas decisões a respeito da produção orgânica. Todavia, a presença de possíveis fatores não observáveis pode influenciar o acesso ao Pronaf e, conseqüentemente, seu impacto sobre a produção orgânica. A disposição ao empreendedorismo, as habilidades produtivas do agricultor e as vantagens competitivas dos mercados locais são exemplos de fatores não observáveis que podem afetar essa relação (Coleman, 1999; Quach, 2017).

Assim, para lidar com o problema de endogeneidade decorrente desses fatores não observáveis, emprega-se, no presente estudo, o modelo Probit de Comutação Endógena – *Endogenous Switching Probit* (ESP) (Lokshin & Glinskaya, 2009). Essa abordagem permite identificar um efeito causal consistente e livre de viés em fatores observáveis e não observáveis (Lokshin & Glinskaya, 2009). O ESP é estimado por meio de Máxima Verossimilhança de Informação Completa (FIML), de modo que as equações de interesse e resultados possam ser estimadas conjuntamente. Além disso, para identificar o efeito causal de interesse, estima-se os efeitos de

tratamento para o grupo de tratados (ATT) e para o grupo de controle (ATU), além dos efeitos de heterogeneidade de base e de transição (Lokshin & Sajaia, 2011).

O impacto do acesso ao Pronaf sobre a produção orgânica pode ser identificado em dois estágios. No primeiro, estima-se um modelo Probit para verificar os fatores que influenciam o município a ser intensivo ou não no acesso ao Pronaf. O modelo pode ser representado por:

$$P_i^* = Z_i' \gamma + u_i \tag{1}$$

em que  $P_i$  é uma variável latente que representa a intensidade do acesso ao Pronaf,  $Z_i$  representa um vetor de variáveis explicativas,  $\gamma$  representa um vetor de parâmetros a serem estimados e  $u_i$  é um termo de erro aleatório. Embora não se observe  $P_i^*$ , observar-se  $P_i$ , uma variável binária que assume valor 1 se o município é intensivo no acesso ao Pronaf e valor zero, caso contrário:

$$P_i = \begin{cases} P_i = 1 : P_i^* = Z_i' \gamma + u_i, & \text{se } P_i^* > 0 \\ P_i = 0 : P_i^* = \text{não observável}, & \text{se } P_i^* \leq 0 \end{cases} \tag{2}$$

No segundo estágio, estima-se a intensidade da produção orgânica para dois regimes. O primeiro refere-se aos municípios intensivos no acesso ao Pronaf, e, o segundo, caso contrário:

**Regime 1:**

$$PO_{1i}^* = X'_{1i} \beta_{1i} + \varepsilon_{1i}, \begin{cases} PO_{1i} = 1, & \text{se } PO_{1i}^* > 0 \\ PO_{1i} = 0 \text{ (não observável)}, & \text{se } PO_{1i}^* \leq 0 \end{cases} \text{ para } P_{1i} = 1 \tag{3a}$$

**Regime 2:**

$$PO_{0i}^* = X'_{0i} \beta_{0i} + \varepsilon_{0i}, \begin{cases} PO_{0i} = 1, & \text{se } PO_{0i}^* > 0 \\ PO_{0i} = 0 \text{ (não observável)}, & \text{se } PO_{0i}^* \leq 0 \end{cases} \text{ para } P_{0i} = 0 \tag{3b}$$

em que  $PO_{ij}^*$  representa a intensidade da produção orgânica,  $X_{ij}$  representa vetores de variáveis explanatórias,  $\beta_{ij}$  representa vetores de parâmetros a serem estimados e  $\varepsilon_{ij}$  representa termos de erro aleatórios, dado  $j = 0,1$ . No ESP assume-se que os termos de erro  $u_i$ ,  $\varepsilon_{1i}$  e  $\varepsilon_{0i}$  são distribuídos em conjunto normalmente, com média zero e com a seguinte matriz de correlação:

$$cov(\mu_i, \varepsilon_{1i}, \varepsilon_{0i}) = \begin{pmatrix} 1 & \rho_0 & \rho_1 \\ \rho_0 & 1 & \rho_{10} \\ \rho_1 & \rho_{10} & 1 \end{pmatrix} \tag{4}$$

em que  $\rho_1$  é a correlação entre  $u_i$  e  $\varepsilon_{1i}$ , enquanto  $\rho_0$  é a correlação entre  $u_i$  e  $\varepsilon_{0i}$ . A correlação entre  $\varepsilon_{1i}$  e  $\varepsilon_{0i}$  ( $\rho_{10}$ ) não pode ser estimada porque os regimes 1 e 2 não podem ser observados simultaneamente. As Equações 2, 3a e 3b são estimadas conjuntamente pelo método FIML, que é robusto em termos de identificação do modelo (Lokshin & Sajaia, 2011).

Com a adoção de restrições de exclusão, a identificação do modelo ESP se torna ainda mais robusta (Senou & Manda, 2022). Assim, construiu-se essa restrição com base no número de agências por município de instituições financeiras que oferecem o crédito rural via Pronaf.

Entende-se que uma maior disponibilidade de agências tende a aumentar as chances de acesso ao crédito (Senou & Manda, 2022). Além disso, imagina-se que essa disponibilidade no município não afete diretamente o sistema de produção orgânica, pois instituições financeiras que oferecem o Pronaf, como o Banco do Brasil, exigem a certificação para concessão do crédito para esse sistema (Terrazzan & Valarini, 2009; Silva & Oliveira, 2014). Assim, acredita-se que o impacto do número de agências nessa produção ocorra indiretamente via variável endógena “intensidade do acesso ao Pronaf”. Testes de falsificação do instrumento, como feitos por Di Falco et al. (2011), Huang et al. (2015) e Di Marcantonio et al. (2022), o validam.

### 3.2 Efeitos de tratamento

O modelo ESP permite gerar probabilidades contrafactuais para os municípios em diferentes regimes das intensidades do acesso ao Pronaf e da produção orgânica. Portanto, o impacto da primeira intensidade sobre a segunda pode ser entendido como efeito de tratamento.

A diferença entre os resultados esperado e contrafactual dos municípios intensivos no acesso ao Pronaf é o efeito médio de tratamento sobre os tratados (ATT). Ele identifica se esses municípios seriam mais ou menos intensivos na produção orgânica se mudassem o status de tratamento. Já o efeito médio de tratamento sobre os não tratados (ATU) reflete a diferença entre o contrafactual de não ser intensivo no acesso ao Pronaf e o resultado de não ser intensivo, de fato. Ele investiga se os municípios não intensivos no acesso ao Programa seriam mais ou menos intensivos na produção orgânica caso viessem a ser do grupo de tratados. Ademais, o Quadro 1, além de apresentar as expectativas condicionais e os efeitos médios de tratamento, traz os efeitos de heterogeneidade em relação às duas intensidades analisadas.

Os efeitos de heterogeneidade de base (BH) ajudam a compreender as diferenças em relação ao status de intensidade do acesso ao Pronaf sobre a intensidade na produção orgânica. Por exemplo, o  $BH_1$  indica se os municípios que são intensivos no acesso ao Programa teriam maior chance de serem intensivos na produção orgânica em relação àqueles não intensivos nesse acesso, independente da condição em relação à intensidade no acesso, mas sim devido a fatores não observáveis. A heterogeneidade transitória (TH), por outro lado, informa se o efeito de ser intensivo no acesso ao Pronaf é maior ou menor para os municípios que de fato são intensivos nesse acesso, ou para aqueles que não o acessaram em relação à produção orgânica.

**Quadro 1** – Expectativas condicionais, efeitos médios de tratamento e de heterogeneidade em relação às intensidades do acesso ao Pronaf e da produção orgânica.

| Subamostras                | Regime de intensidade do acesso ao Pronaf |                           | Efeitos de tratamento |
|----------------------------|---|---------------------------|-----------------------|
|                            | Intensivo                                 | Não intensivo             |                       |
| Municípios intensivos      | $(a)E(PO_{1i}   P_i = 1)$                 | $(c)E(PO_{0i}   P_i = 1)$ | $ATT = (a) - (c)$     |
| Municípios não intensivos  | $(d)E(PO_{1i}   P_i = 0)$                 | $(b)E(PO_{0i}   P_i = 0)$ | $ATU = (d) - (b)$     |
| Efeitos de heterogeneidade | $BH_1 = (a) - (d)$                        | $BH_2 = (c) - (b)$        | $TH = ATT - ATU$      |

**Fonte:** elaborado pelos autores.

**Nota:**  $PO_{1i}$  : intensivo na produção orgânica;  $PO_{0i}$  : não intensivo na produção orgânica;  $P_i$  : intensidade do acesso ao Pronaf; ATT: Efeito Médio de Tratamento sobre os Tratados; ATU: Efeito Médio de Tratamento sobre os Não Tratados; BH: Efeito da Heterogeneidade de Base; TH: Efeito de Heterogeneidade de Transição.

Por fim, como testes de robustez para o ATT, adotam-se o *Propensity Score Matching* (PSM) e o *Inverse Probability Weighted Regression Adjusted* (IPWRA). O pressuposto importante

do PSM é que não haja diferenças significativas em características não observáveis entre os municípios (suposição de independência condicional). Desse modo, o efeito causal pode ser mensurado de forma consistente e imparcial pela diferença de média na variável de resultado entre os municípios intensivos e não intensivos no acesso ao Pronaf (contrafactual). O IPWRA apresenta a propriedade de dupla robustez, visto que é uma combinação dos estimadores IPW e RA. Como as condições dos estimadores IPW e RA são a correta especificação das equações de seleção e de resultado, respectivamente, o IPWRA requer que apenas um deles esteja corretamente especificado para que se produza estimativas imparciais e consistentes do efeito causal de interesse (Kehinde & Ogundeji, 2022).

#### 4 Fonte, descrição e tratamento dos dados

Primeiramente, considerando apenas o segmento da agricultura familiar, as informações do agricultor e do estabelecimento agropecuário sob sua direção são oriundas do Censo Agropecuário (CA) 2017, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). As variáveis utilizadas são: se o dirigente do estabelecimento é do sexo masculino, classes de idade (25-35 anos, 35-45, 45-55, 55-65, 65-75 e acima de 75 anos), classes de escolaridade (ensino fundamental completo, ensino médio, ensino superior e/ou pós-graduação), se é proprietário, se é membro de cooperativa, se recebeu assistência técnica, se usou agrotóxico, se fez preparo do solo, se fez adubação, se fez alguma prática agrícola, se o estabelecimento tem cobertura de sinal de internet, total de pessoal ocupado no estabelecimento e se teve renda de trabalho *off-farm*, além da área e do valor bruto da produção do estabelecimento, ambas em logaritmo.

Em segundo lugar, como as variáveis supracitadas, que representam fatores observáveis, estão mensuradas pela quantidade de estabelecimentos por município, esses municípios são tratados, no presente estudo, como estabelecimentos familiares representativos (Machado et al., 2024a), dividindo-se a variável pelo total de estabelecimentos do respectivo município.

Já em relação à construção das intensidades, destaca-se que as informações sobre o acesso ao Pronaf e a prática de produção orgânica também tiveram como fonte de dados o CA 2017. Desse modo, considerou-se como tratado o município intensivo no acesso ao Pronaf, cuja intensidade é representada pelo seguinte *threshold*:

$$\text{Intensidade do acesso ao Pronaf} = \begin{cases} 1, & \text{se } P_m > P_M \\ 0, & \text{se } P_m \leq P_M \end{cases} \quad (5)$$

em que  $P_m$  é a média de estabelecimentos com acesso ao Pronaf em um município  $m$ , enquanto  $P_M$  indica a média nacional. Se  $P_m > P_M$ , o município é intensivo no acesso ao Pronaf e recebe valor 1. Contudo,  $P_m \leq P_M$  faz com que ele seja não intensivo e receba valor 0. A construção da intensidade da produção orgânica é feita de forma similar:

$$\text{Intensidade da produção orgânica} = \begin{cases} 1, & \text{se } PO_m > PO_M \\ 0, & \text{se } PO_m \leq PO_M \end{cases} \quad (6)$$

em que  $PO_m$  é a média de estabelecimentos com produção orgânica em um município  $m$ , enquanto  $PO_M$  é a média para o Brasil. Se  $PO_m > PO_M$ , o município é intensivo nessa produção e recebe valor 1, caso contrário, ele não é intensivo e recebe valor 0.

No que se refere à variável instrumental (VI), ela foi construída com dados de 30 de setembro de 2017 da Estatística Bancária Mensal por município (ESTBAN), do Banco Central do Brasil. Assim, calculou-se o produto entre o número de agências e 100 mil, dividido pela população

municipal de 2016. Essa população e a classificação dos municípios como remotos são do IBGE, ano 2016. Além disso, variáveis binárias foram criadas para representar as grandes regiões do Brasil, com o Centro-Oeste como a categoria de referência.

Por fim, variáveis climáticas representando anomalias de temperatura e precipitação das estações inverno e verão são utilizadas. Elas foram criadas da seguinte forma:

$$\text{Anomalia}_m^{2016} = \frac{\text{med}_m^{2016} - \text{med}_m^{1987-2016}}{\sigma_m^{1987-2016}},$$

em que  $\text{med}_m^{2016}$  é a média de temperatura ou precipitação, ambas para inverno e verão de 2016 para o município  $m$ ;  $\text{med}_m^{1987-2016}$  e  $\sigma_m^{1987-2016}$  representam a média e o desvio-padrão, respectivamente, de temperatura ou precipitação, ambas para inverno e verão, do período 1987-2016 para esse mesmo  $m$ . Os dados climáticos mensais por município tiveram como fonte de dados o *Terrestrial Hydrology Research Group* (THRG), com a metodologia descrita por Sheffield et al. (2006).

## 5 Resultados e Discussão

### 5.1 Análise descritiva da produção orgânica no Brasil

#### 5.1.1 Produção orgânica – Brasil e grandes regiões

A Tabela 1 aborda o número de estabelecimentos agropecuários com produção orgânica e os tipos dessa produção na agricultura familiar no Brasil em 2017. Dos mais de 5 milhões de estabelecimentos recenseados no CA 2017, menos de 2% responderam ter produção orgânica, o equivalente a 64.690<sup>3</sup> estabelecimentos. Desse total, 49.330 são agricultores familiares, cerca de 76,26%. Contudo, ao considerar que o Censo contabilizou 3.897.408 estabelecimentos familiares, apenas 1,27% desse valor tinha a produção no momento do recenseamento.

**Tabela 1** – Número de estabelecimentos com produção orgânica e tipos de produção orgânica na agricultura familiar, Brasil, 2017.

| Grandes regiões e Brasil | Estabelecimentos agropecuários | Produção orgânica | Agricultura familiar |                    |                    |                      |
|--------------------------|--------------------------------|-------------------|----------------------|--------------------|--------------------|----------------------|
|                          |                                |                   | Produção orgânica    | Agricultura        | Animal             | Agricultura e animal |
|                          | Total                          |                   |                      |                    |                    |                      |
| Norte                    | 580.613<br>(100%)              | 7.935<br>(1,37%)  | 6.625<br>(83,49%)    | 4.196<br>(63,34%)  | 1.339<br>(20,21%)  | 1.090<br>(16,45%)    |
| Nordeste                 | 2.322.719<br>(100%)            | 16.710<br>(0,72%) | 13.385<br>(80,10%)   | 7.328<br>(54,75%)  | 2.565<br>(19,16%)  | 3.492<br>(26,09%)    |
| Sudeste                  | 969.415<br>(100%)              | 19.666<br>(2,03%) | 14.169<br>(72,05%)   | 7.871<br>(55,55%)  | 4.483<br>(31,64%)  | 1.815<br>(12,81%)    |
| Sul                      | 853.314<br>(100%)              | 13.553<br>(1,59%) | 10.230<br>(75,48%)   | 6.630<br>(64,81%)  | 2.283<br>(22,32%)  | 1.317<br>(12,87%)    |
| Centro-Oeste             | 347.263<br>(100%)              | 6.826<br>(1,97%)  | 4.921<br>(72,09%)    | 2.465<br>(50,09%)  | 1.956<br>(39,75%)  | 500<br>(10,16%)      |
| Brasil                   | 5.073.324<br>(100%)            | 64.690<br>(1,28%) | 49.330<br>(76,26%)   | 28.490<br>(57,75%) | 12.626<br>(25,59%) | 8.214<br>(16,65%)    |

**Fonte:** elaborado pelos autores com base nos dados do Censo Agropecuário 2017 (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2017).

<sup>3</sup> Os 64.690 estabelecimentos foram considerados certificados no CA 2017, o que representa um aumento significativo em relação ao CA 2006, com 5.106 (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2017). Contudo, houve mudanças metodológicas significativas do CA 2006 para o atual, como a redução de perguntas, o que pode impactar uma análise conjunta sobre a produção orgânica no Brasil, demandando cautela para a interpretação dos dados (Lima et al., 2020).

Em termos de grandes regiões do Brasil, o Sudeste apresentou o maior número absoluto de produtores orgânicos (19.666), enquanto o Centro-Oeste apresentou o menor (6.826). Ao se observar o tipo de produção declarado no universo familiar, a agricultura orgânica representou mais da metade dos estabelecimentos, com Nordeste e Sudeste somando, juntos, mais da metade desse tipo no Brasil. Ademais, foi no Nordeste onde se localizou o maior número de agricultores que informaram ter feito tanto a produção animal quanto a agricultura de forma orgânica.

### 5.1.2 Acesso ao Pronaf e produção orgânica - Tipologias do Pronaf da agricultura familiar

O presente estudo também analisa as tipologias Pronaf B e Pronaf V<sup>4</sup> da agricultura familiar, considerando o acesso ao Pronaf e a produção orgânica. Pela Tabela 2, observa-se que o número de agricultores classificados como Pronaf B foi maior do que os classificados como Pronaf V, tanto no Brasil quanto nas suas grandes regiões, exceto no Sul, onde há diferença favorável ao Pronaf V acima de 140 mil agricultores.

Sobre o acesso ao Pronaf, os números da tipologia Pronaf V foram superiores tanto no Brasil quanto nas suas grandes regiões, exceto no Nordeste. Nessa região houve uma diferença de 43.429 acessos a mais na tipologia Pronaf B, dada a considerável concentração de agricultores dessa tipologia nessa região, segundo o CA 2017. Contudo, a maior diferença nos acessos ocorreu no Sul, com quase 100 mil agricultores a mais na tipologia Pronaf V, onde os agricultores tendem a estar mais integrados ao mercado, facilitando o acesso ao Pronaf.

A respeito da produção orgânica, os agricultores da tipologia Pronaf B apresentaram uma maior inserção nesse sistema produtivo, tanto no Brasil quanto em todas as suas grandes regiões. Nacionalmente, houve uma diferença de 20.048 agricultores entre as duas tipologias. Já regionalmente, a maior diferença foi no Nordeste (8.717) e a menor no Centro-Oeste (754).

**Tabela 2** – Número de estabelecimentos agropecuários da agricultura familiar por tipologias do Pronaf com produção orgânica, acesso ao Pronaf e total, grandes regiões e Brasil, 2017.

| Tipologia             | Recorte               | Número de estabelecimentos agropecuários da agricultura familiar |           |         |         |              |           |
|-----------------------|-----------------------|--|-----------|---------|---------|--------------|-----------|
|                       |                       | Grandes regiões  |           |         |         |              | Brasil    |
|                       |                       | Norte  | Nordeste  | Sudeste | Sul     | Centro-Oeste |           |
| Pronaf B              | (1) Total             | 319.575  | 1.640.708 | 401.723 | 254.157 | 116.627      | 2.732.790 |
|                       |                       | -100%  | -100%     | -100%   | -100%   | -100%        | -100%     |
|                       | (2) Produção Orgânica | 4.407  | 11.039    | 9.830   | 6.478   | 2.811        | 34.565    |
| Pronaf B              | (3) Acesso ao Pronaf  | 5.070  | 56.884    | 20.962  | 8.268   | 3.558        | 94.742    |
|                       |                       | -1,59%   | -3,47%    | -5,22%  | -3,25%  | -3,05%       | -3,47%    |
|                       | Pronaf V              | (4) Total  | 159.729   | 196.509 | 280.820 | 398.128      | 103.699   |
|                       |                       | -100%  | -100%     | -100%   | -100%   | -100%        | -100%     |
| (5) Produção Orgânica |                       | 2.199  | 2.322     | 4.262   | 3.677   | 2.057        | 14.517    |
| Pronaf V              | (6) Acesso ao Pronaf  | 7.523  | 13.455    | 31.437  | 107.614 | 8.529        | 168.558   |
|                       |                       | -4,71%   | -6,85%    | -11,19% | -27,03% | -8,22%       | -14,80%   |

**Fonte:** elaborado pelos autores com base nos dados do Censo Agropecuário 2017 (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2017).

<sup>4</sup> Essas tipologias são definidas no Censo Agropecuário 2017 pelo IBGE, com critérios próprios. Em geral, produtores menos capitalizados e desenvolvidos estão no Pronaf B, enquanto aqueles com mais acesso ao Pronaf tendem a ser enquadrados no Pronaf V, sendo mais capitalizados e inseridos no mercado (Machado et al., 2024a).

Tabela 2 – Continuação...

| Tipologia                                 | Recorte   | Número de estabelecimentos agropecuários da agricultura familiar |           |         |          |              |           |
|---|-----------|--|-----------|---------|----------|--------------|-----------|
|   |           | Grandes regiões  |           |         |          |              | Brasil    |
|   |           | Norte  | Nordeste  | Sudeste | Sul      | Centro-Oeste |           |
| <b>Diferenças entre as tipologias</b>     |           |  |           |         |          |              |           |
| Total                                     | (1) – (4) | 159.846  | 1.444.199 | 120.903 | -143.971 | 12.928       | 1.593.905 |
| Produção orgânica                         | (2) – (5) | 2.208  | 8.717     | 5.568   | 2.801    | 754          | 20.048    |
| Acesso ao Pronaf                          | (6) – (3) | 2.453  | -43.429   | 10.475  | 99.346   | 4.971        | 73.816    |
| <b>Diferença dentro de cada tipologia</b> |           |  |           |         |          |              |           |
| Pronaf B                                  | (3) – (2) | 663  | 45.845    | 11.132  | 1.790    | 747          | 60.177    |
| Pronaf V                                  | (6) – (5) | 5.324  | 11.133    | 27.175  | 103.937  | 6.472        | 154.041   |

**Fonte:** elaborado pelos autores com base nos dados do Censo Agropecuário 2017 (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2017).

Ambas as tipologias expõem um número maior de estabelecimentos familiares com acesso ao Pronaf do que com produção orgânica. Considerando a hipótese de que os agricultores que acessam o Pronaf não adotam a produção orgânica, a diferença favorável ao acesso superou 150 mil agricultores na tipologia Pronaf V no Brasil. No Sul, essa diferença ultrapassou 100 mil agricultores. Na tipologia Pronaf B, a diferença foi de pouco mais de 60 mil agricultores no Brasil, com o Nordeste registrando a maior diferença (45.845). Logo, esses resultados revelam potenciais heterogeneidades entre agricultores que acessam o Pronaf e aqueles que adotam a produção orgânica, o que pode influenciar a relação de interesse investigada no presente estudo.

### 5.1.3 Intensidades do acesso ao Pronaf e da produção orgânica

O Censo Agropecuário 2017 trouxe informações para 5.563 municípios brasileiros. Desse total, por meio da Tabela 3, verificaram-se 521 municípios intensivos tanto no acesso ao Pronaf quanto na produção orgânica, enquanto 2.896 não foram intensivos em ambos os casos.

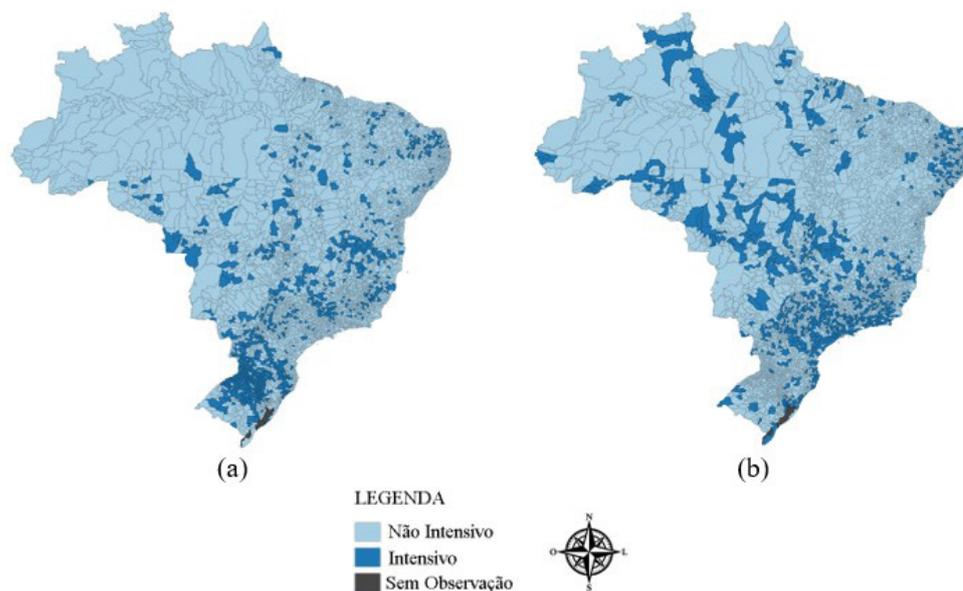
**Tabela 3** – Número de municípios brasileiros em relação às intensidades do acesso ao Pronaf e da produção orgânica, 2017.

| Intensidade      |               | Produção orgânica |               | Total |
|------------------|---------------|-------------------|---------------|-------|
|                  |               | Intensivo         | Não intensivo |       |
| Acesso ao Pronaf | Intensivo     | 521               | 1.159         | 1.680 |
|                  | Não intensivo | 987               | 2.896         | 3.883 |
| <b>Total</b>     |               | 1.508             | 4.055         | 5.563 |

**Fonte:** elaborado pelos autores com base nos dados do Censo Agropecuário 2017 (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2017).

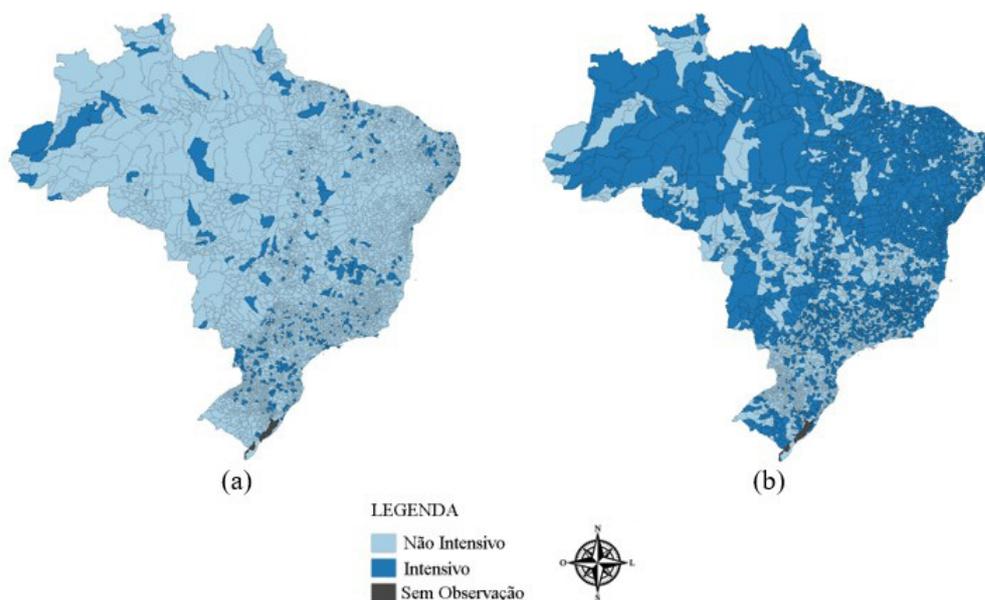
Em relação ao acesso ao Pronaf, contabilizaram-se 1.680 municípios intensivos. Excluindo aqueles que também são intensivos na produção orgânica, esse número reduziu-se para 1.159 intensivos apenas no acesso ao Programa. Quanto à intensidade na produção orgânica, identificaram-se 1.508 municípios intensivos, sendo 987 intensivos apenas nessa produção.

A Figura 1 permite verificar como os municípios intensivos em apenas uma das intensidades estão espacialmente distribuídos no Brasil. No mapa (a), observa-se uma concentração dos municípios intensivos apenas no acesso ao Pronaf na grande região Sul, além de alguns locais de destaque no Sudeste. Por sua vez, a concentração apenas na intensidade da produção orgânica pode ser notada no Sudeste do país, no mapa (b).



**Figura 1** – Intensidades no acesso ao Pronaf (a) e na produção orgânica (b), Brasil, 2017.  
**Fonte:** elaborado pelos autores com base nos dados do Censo Agropecuário 2017 (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2017).

O Brasil conta com 521 municípios intensivos tanto no acesso ao Pronaf quanto na produção orgânica, segundo a Tabela 3, e esses municípios estão dispersos, de acordo com a Figura 2, mapa (a). Do total desses municípios, 171 encontram-se no Sudeste, 141 no Nordeste e 135 no Sul, enquanto o Norte contabiliza 40 e o Centro-Oeste, 34.



**Figura 2** – Intensidades tanto no acesso ao Pronaf quanto na produção orgânica (a) e em nenhuma das duas (b), Brasil, 2017.  
**Fonte:** elaborado pelos autores com base nos dados do Censo Agropecuário 2017 (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2017).

Em relação aos municípios que não são intensivos no acesso ao Pronaf nem na produção orgânica, a Tabela 3 indica um total de 2.896, aproximadamente 52%. Em termos regionais<sup>5</sup>, nota-se maior concentração desses municípios no Nordeste e menor concentração no Sul, com base na Figura 2, mapa (b). Uma justificativa é a concentração do acesso ao Pronaf no Sul, além da presença relevante de produtores orgânicos.

Observa-se também que o Sudeste apresenta parcela importante da produção orgânica, além de ser destino de parte significativa dos acessos ao Pronaf. Por outro lado, o Nordeste apresenta poucos acessos ao Programa e baixo quantitativo de produtores orgânicos, se comparado com o total de produtores. Essas questões podem ser discutidas com o auxílio da Tabela 2.

## 5.2 Determinantes da intensidade do acesso ao Pronaf e da produção orgânica

Os resultados do modelo *Endogenous Switching Probit* (ESP), apresentados na Tabela 4, mostram que os fatores observáveis nos modelos Probit e ESP são conjuntamente relevantes, conforme indicado pelo teste de Wald. Isso destaca a importância desses fatores na identificação do efeito de ser intensivo no acesso ao Pronaf sobre a probabilidade de também ser intensivo na produção orgânica. Ademais, a significância do teste LR para a independência conjunta das equações de seleção e de resultados indica que elas são dependentes e precisam ser estimadas conjuntamente para corrigir o viés de seleção. Logo, o modelo ESP se mostra assertivo para identificar um efeito causal consistente.

A significância dos coeficientes de correlação  $\rho_1$  e  $\rho_0$  atesta o viés de seleção e indica que a distribuição da intensidade do acesso ao Pronaf na amostra não é aleatória, apontando a influência de fatores não observáveis sobre essa intensidade. O  $\rho_1$  indica correlação negativa entre ser intensivo no acesso ao Pronaf e na produção orgânica, ou seja, fatores não observáveis que afetam positivamente a chance de um município ser intensivo no acesso ao Pronaf tem um impacto negativo na probabilidade de ser intensivo na produção orgânica.

Por outro lado, o  $\rho$  aponta correlação positiva entre não ser intensivo no acesso ao Pronaf e ser intensivo na produção orgânica. Desse modo, valores mais altos de  $u_i$  indicam estar correlacionados com valores mais baixos de  $\varepsilon_{1i}$  e com valores mais altos de  $\varepsilon_{0i}$ , sinalizando que ser intensivo no acesso ao Pronaf tem um efeito negativo na probabilidade de um município também ser intensivo na produção orgânica.

Em relação às estimativas das equações de seleção e de resultados, observa-se que o aumento na proporção de homens à frente dos estabelecimentos eleva<sup>6</sup> a probabilidade de um município ser intensivo no acesso ao Pronaf. No entanto, reduz as suas chances de ser intensivo na produção orgânica, caso já o seja intensivo no acesso ao Pronaf. Esses resultados evidenciam a relevância da questão de gênero no desenvolvimento da produção orgânica. Caumo & Staduto (2014), por exemplo, constata uma participação significativa das mulheres nesse sistema produtivo, seja como apoio ao trabalho do marido, seja na liderança direta do estabelecimento.

Segundo Lourenço et al. (2023), embora os estabelecimentos familiares tenham mais homens na direção, as mulheres têm conquistado maior espaço, especialmente no acesso ao crédito. Um exemplo disso foi a ampliação da participação feminina na produção orgânica no âmbito do Planapo II via Pronaf Mulher. Ações como essa são estratégias essenciais para a

<sup>5</sup> Concentração de municípios não intensivos no acesso ao Pronaf nem na produção orgânica nas grandes regiões do Brasil: Nordeste com 72,34% (1.297 municípios de 1.793), Norte com 68,67% (309 de 450), Centro-Oeste com 53,96% (252 de 467), Sudeste com 45,92% (766 de 1.668) e Sul com 22,84% (272 de 1.191).

<sup>6</sup> Machado et al. (2024b) verificam que ser do sexo masculino aumenta as chances de acessar o Pronaf.

diversificação no desenvolvimento rural, principalmente quando o acesso ao Pronaf ainda se encontra concentrado em estabelecimentos dirigidos por homens, os quais tendem a manter a produção convencional, conforme indicado pelos resultados da Tabela 4.

O aumento da proporção de agricultores que recebem assistência técnica tem efeito positivo<sup>7</sup> na intensidade do acesso ao Pronaf nos municípios. No entanto, apresenta efeitos diferentes na intensidade da produção orgânica, a depender do status da intensidade do acesso ao Pronaf. Os municípios intensivos no acesso veem reduzidas as chances de serem intensivos na produção orgânica, enquanto os não intensivos têm elevação nessas chances.

Silva & Firme (2024) verificam que locais que recebem mais assistência técnica tendem a ter menos produção orgânica. Pedroso et al. (2023), por sua vez, argumentam que a falta de apoio técnico à produção orgânica familiar é um dos motivos para o baixo número de produtores certificados. Ademais, pela Tabela 1, constata-se que dos 49.330 agricultores familiares com produção orgânica no CA 2017, apenas 22% receberam assistência técnica.

Sobre os agrotóxicos, o aumento da média de agricultores que os utilizam eleva as chances de o município ser intensivo no acesso ao Pronaf, mas reduz a probabilidade de ser intensivo na produção orgânica, independentemente do status da intensidade do acesso ao Programa. Esse resultado confirma duas hipóteses. A primeira é que o sistema produtivo orgânico tem como um dos objetivos centrais o produto sem agrotóxicos, enquanto a segunda é a relação positiva e antiga entre crédito e agrotóxico, desde o período modernizante da agricultura nacional.

Como observam Porto & Soares (2012), o aumento da oferta de crédito rural apresenta relação direta com a elevação do consumo de agrotóxicos no Brasil — relação condicionada principalmente pelo apoio estatal, com o agrotóxico compondo um pacote tecnológico modernizante. Da mesma forma, Silva & Firme (2024) reforçam que municípios onde o uso de agrotóxicos é mais presente tendem a ter um menor número de produtores orgânicos.

Em relação à área do estabelecimento, a sua expansão aumenta<sup>8</sup> a probabilidade de o município ser intensivo no acesso ao Pronaf, ao passo que diminui as chances de ser intensivo na produção orgânica. Isso reflete o fato de que os estabelecimentos com essa produção tendem a ser de menor porte, como observado por Lourenço et al. (2023). Segundo a Tabela 2, a tipologia Pronaf B, que tende a ser composta por produtores de menor porte (Machado et al., 2024a), apresenta 20.048 agricultores a mais com produção orgânica em relação à tipologia Pronaf V. Esses dados ajudam a entender por que a área para produção orgânica no Brasil ainda é pequena em comparação com a área total, apesar do aumento modesto ao longo dos anos. Lima et al. (2020) destacam, por exemplo, que, em 2017, a área para a produção orgânica era de 1,13 milhão de hectares, representando apenas 0,4% da área agricultável brasileira.

Outros fatores contribuem para o município ser intensivo na produção orgânica, como o aumento do valor bruto da produção do estabelecimento e da proporção de agricultores com ensino superior e/ou pós-graduação (Gomes et al., 2024), independente da intensidade do acesso ao Pronaf. Verifica-se, também, que o fato de o município não ser remoto o torna mais intensivo na produção orgânica (Silva & Firme, 2024), caso seja menos intensivo no acesso ao Pronaf. Ao passo que mais agricultores cooperativados reduzem as chances de o município ser intensivo nessa produção, sendo ele intensivo no acesso ao Programa.

<sup>7</sup> O efeito positivo da assistência técnica nas chances de acessar o Pronaf é verificado em diferentes trabalhos na literatura (Jesus & Bacha, 2018; Cruz et al., 2021; Machado et al., 2024b).

<sup>8</sup> O efeito positivo da área ocorre porque, quanto maior ela for, maiores são as chances de o produtor oferecer garantias no acesso ao crédito rural (Schuntzemberger & Sampaio, 2017).

**Tabela 4** – Estimativas dos determinantes das intensidades do acesso ao Pronaf e da produção orgânica, modelo *Endogenous Switching Probit*, Brasil, 2017.

| Variável   | Intensidade do acesso ao Pronaf | Intensidade da produção orgânica |                                   |
|--|---------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
|  |                                 | Intensivo no acesso ao Pronaf    | Não intensivo no acesso ao Pronaf |
| Dirigente do estabelecimento é homem                                   | 1,179** (0,414)                 | -1,313** (0,497)                 | -0,095 (0,393)                    |
| Tem idade entre 25 e 35 anos   | 5,366 (3,328)                   | -7,336* (4,129)                  | -2,857 (3,167)                    |
| Tem idade entre 35 e 45 anos   | 4,539 (2,878)                   | -6,747* (3,589)                  | 0,363 (2,664)                     |
| Tem idade entre 45 e 55 anos   | 6,636** (2,733)                 | -7,071** (3,383)                 | 1,738 (2,524)                     |
| Tem idade entre 55 e 65 anos   | 4,601* (2,723)                  | -6,252* (3,357)                  | -0,837 (2,547)                    |
| Tem idade entre 65 e 75 anos   | 4,484 (2,742)                   | -6,167* (3,405)                  | -0,711 (2,542)                    |
| Tem idade acima de 75 anos   | 3,864 (2,778)                   | -6,992** (3,567)                 | -1,763 (2,596)                    |
| É proprietário   | 0,638*** (0,169)                | -0,567** (0,219)                 | 0,191 (0,163)                     |
| Tem ensino Fundamental Incompleto                                      | 0,348 (0,365)                   | -0,055 (0,483)                   | 0,328 (0,351)                     |
| Tem ensino Fundamental Completo  | 0,072 (0,397)                   | -0,221 (0,504)                   | -0,168 (0,386)                    |
| Tem ensino Médio   | -0,434 (0,531)                  | 1,091 (0,732)                    | 0,559 (0,489)                     |
| Tem ensino Superior ou Pós-Graduação                                   | -3,283*** (0,805)               | 3,842*** (1,062)                 | 1,438* (0,763)                    |
| É membro de cooperativa  | 0,614*** (0,173)                | -0,439** (0,206)                 | -0,186 (0,212)                    |
| Recebeu assistência técnica  | 1,355*** (0,169)                | -1,289*** (0,197)                | 0,811*** (0,192)                  |
| Utilizou agrotóxico  | 1,199*** (0,143)                | -1,652*** (0,252)                | -0,551** (0,193)                  |
| Fez preparo do solo  | 0,099 (0,125)                   | 0,324 (0,275)                    | 0,705*** (0,124)                  |
| Fez adubação   | -0,069 (0,176)                  | -1,190 (0,243)                   | 0,085 (0,168)                     |
| Fez alguma prática agrícola  | 0,319** (0,119)                 | -0,247* (0,144)                  | -0,262 (0,124)                    |
| Tem internet no estabelecimento  | -0,106 (0,272)                  | 0,492 (0,319)                    | 0,252 (0,258)                     |
| Total de pessoal ocupado no estabelecimento                            | 0,044 (0,046)                   | 0,037 (0,072)                    | 0,193*** (0,043)                  |
| Área do estabelecimento  | 0,511*** (0,056)                | -0,476*** (0,073)                | -0,063 (0,052)                    |
| Valor Bruto da Produção do estabelecimento                             | -0,115** (0,058)                | 0,170** (0,075)                  | 0,163** (0,057)                   |
| Teve renda de trabalho <i>off-farm</i>                                 | 1,621*** (0,346)                | -1,473** (0,428)                 | -0,284 (0,399)                    |
| Município não é remoto   | 0,060 (0,111)                   | 0,166 (0,181)                    | 0,325** (0,122)                   |
| Anomalia de temperatura de inverno                                     | 0,127 (0,081)                   | -0,224** (0,109)                 | 0,270** (0,078)                   |
| Anomalia de temperatura de verão                                       | -0,048 (0,074)                  | 0,183* (0,103)                   | 0,018 (0,076)                     |
| Anomalia de precipitação de inverno                                    | -0,191*** (0,051)               | 0,147** (0,063)                  | -0,261*** (0,050)                 |
| Anomalia de precipitação de verão                                      | 0,156** (0,058)                 | -0,160** (0,074)                 | -0,146** (0,059)                  |
| Grande região Norte  | -0,687*** (0,149)               | 0,350 (0,271)                    | -0,548*** (0,134)                 |
| Grande região Nordeste   | -0,057 (0,125)                  | -0,199 (0,236)                   | -0,690*** (0,147)                 |
| Grande região Sudeste  | 0,463*** (0,115)                | -0,363** (0,143)                 | 0,337** (0,108)                   |
| Grande região Sul  | 0,261** (0,125)                 | -0,023 (0,193)                   | 0,052 (0,119)                     |
| Instrumento: Agência bancária  | 0,003* (0,002)                  |                                  |                                   |
| Constante  | -9,658*** (2,687)               | 10,407** (3,338)                 | -1,335 (2,499)                    |
| Teste LR de independência das equações ( $H_0 : \rho_0 = \rho_1 = 0$ ) |                                 | $\chi^2 = 31,36***$              |                                   |
| Teste de Wald  | $\chi^2 = 1.302,40***$          |                                  |                                   |
|  | $\rho_1$                        | -0,961*** (0,069)                |                                   |
|  | $\rho_0$                        |                                  | 0,713*** (0,106)                  |
| Observações  | 4.785                           |                                  |                                   |

Fonte: elaborado pelos autores.

Nota: \*, \*\* e \*\*\* = significância estatística a 10%, 5% e 1%, respectivamente. Erros-padrão entre parênteses.

### 5.3 Efeitos médios de tratamento

A estimativa do efeito médio de tratamento sobre os tratados (ATT), apresentada na Tabela 5, revela que municípios intensivos no acesso ao Pronaf têm, em média, 13,4 pontos percentuais menor probabilidade de também serem intensivos na produção orgânica, quando comparados

a um cenário contrafactual em que não fossem intensivos no acesso ao Programa. Esse impacto causal negativo é estatisticamente significativo e surpreendente, pois indica uma relação inversa entre acesso ao Pronaf e adoção da produção orgânica.

Essa evidência sugere que o Pronaf, tal como estruturado atualmente, pode estar desincentivando a produção orgânica, em vez de fomentá-la. O modelo utilizado (ESP) assegura robustez metodológica ao controlar viés de seleção em fatores não observáveis. Assim, o resultado fundamenta um debate crítico sobre o papel do Pronaf na transição para sistemas produtivos mais sustentáveis, e sinaliza a necessidade de reavaliar o alinhamento entre suas linhas de crédito e os objetivos da produção orgânica.

Por se tratar de um sistema produtivo usualmente mais intensivo no uso de mão de obra (Caumo & Staduto, 2014; Mattei & Michellon, 2021), a adoção ou manutenção da produção orgânica está relacionada à oferta de trabalhadores tanto no estabelecimento rural quanto fora dele. Como indicam os dados da Tabela 4, um maior número de agricultores com renda *off-farm* torna o município mais intensivo no acesso ao Pronaf, embora esse “desvio” do trabalho familiar para fora da propriedade o torne menos intensivo na produção orgânica. Além disso, com mais trabalhadores, os municípios menos intensivos no acesso ao Pronaf tendem a intensificar a produção orgânica. No entanto, essa oferta de trabalho pode apresentar problemas.

O Brasil vem enfrentando um constante êxodo rural juvenil por diferentes motivos, como a falta de oportunidades educacionais e o baixo salário no campo (Brito et al., 2023), o que se reflete na oferta de trabalho *on-farm* e *off-farm*. A dificuldade dos agricultores orgânicos em manter contratos de trabalho duradouros (Mattei & Michellon, 2021), associada à irregularidade da produção, também afeta a oferta de mão de obra ao elevar os seus custos de contratação.

Além disso, o mercado de produtos orgânicos, interno ou externo, pode apresentar barreiras significativas, especialmente para pequenos produtores sem apoio governamental ou institucional (Blanc & Kledal, 2012). A necessidade de comprovação da qualidade orgânica do produto cria um obstáculo adicional nesse mercado, em que produtores com faixas mais extensas de área e maiores rendas têm melhores condições para certificação (Souza et al., 2019).

Dessa forma, optar por permanecer ou retornar à produção convencional pode parecer menos incerto na visão do agricultor, principalmente em um contexto em que algumas políticas públicas ainda se mostram voltadas predominantemente ao sistema convencional. Assim, sem incentivos consolidados, o agricultor tende a permanecer na produção convencional e a fazer uso contínuo de agrotóxicos, dada a dificuldade de arcar com custos e possíveis prejuízos de curto prazo no período de conversão para a produção orgânica (Porto & Soares, 2012).

O Pronaf apresenta-se como um importante exemplo dessas políticas. A burocracia para acessar o Programa e o montante insuficiente concedido por seu intermédio podem dificultar tanto a conversão quanto a manutenção da produção orgânica. Apesar da tentativa de ampliação de suas linhas especiais para incentivar a produção alternativa, o Pronaf Verde ainda apresenta participação inferior, de forma significativa, quando comparado aos números das contratações e dos montantes concedidos pelas linhas convencionais do Programa (Gomes et al., 2024).

Ademais, diferentes estudos corroboram a confirmação do sinal do efeito de tratamento encontrado. Souza et al. (2021) evidenciam que o aumento no acesso ao crédito rural tende a reduzir a proporção de estabelecimentos com produção orgânica. Já Silva & Firme (2024) expõem que o acesso ao crédito, parece não surtir efeito sobre o aumento do número de produtores orgânicos nos municípios brasileiros. Por fim, Tenchini & Freitas (2024) apontam uma relação negativa entre o Pronaf e o Índice de Desenvolvimento Regional Sustentável Rural para o estado do Rio de Janeiro, ao analisarem o número de contratos e o montante concedido.

A assistência técnica, com a possibilidade da ausência, insuficiência ou desencontro em sua atuação como política complementar ao Pronaf, também corrobora para a discussão. Por meio da análise da Tabela 4, verifica-se que a assistência técnica desestimula a produção orgânica nos municípios intensivos no acesso ao Pronaf, estimulando, ao mesmo tempo, essa produção em municípios não intensivos nesse acesso. Esses resultados indicam haver finalidades distintas dessa assistência entre tomadores e não tomadores do Pronaf no que tange à produção orgânica.

Para Silva et al. (2018), as políticas de assistência técnica e extensão rural (Ater) e de crédito para a agricultura familiar ainda adotam medidas alinhadas ao sistema produtivo convencional, adotado no período de expansão e modernização da agricultura do país, indo de encontro aos objetivos do desenvolvimento rural mais sustentável. Ainda, segundo Aquino et al. (2020), a formação profissional dos técnicos de Ater tende a seguir os princípios desse sistema, sendo que muitos deles, em atividade no Brasil, não possuem conhecimentos necessários para orientar agricultores interessados em investir em sistema produtivo alternativo.

**Tabela 5** – Efeitos médios de tratamento e efeitos de heterogeneidade, Brasil, 2017.

| Subamostras                        | Estágio de decisão em relação à intensidade do acesso ao Pronaf |                               | Efeitos de tratamento      |
|------------------------------------|---|-------------------------------|----------------------------|
|                                    | Intensificar  | Não intensificar              |                            |
| Intensivos no acesso ao Pronaf     | (a) 0,054<br>(0,001)  | (c) 0,188<br>(0,002)          | ATT = -0,134***<br>(0,002) |
| Não intensivos no acesso ao Pronaf | (d) 0,227<br>(0,004)  | (b) 0,531<br>(0,003)          | ATU = -0,304***<br>(0,007) |
| Efeitos heterogêneos               | $BH_1 = -0,173***$<br>(0,006)                                   | $BH_0 = -0,343***$<br>(0,012) | TH = 0,170***<br>(0,007)   |

**Fonte:** elaborado pelos autores.

**Nota:** \*\*\* = significância estatística a 1%. Erros-padrão entre parênteses; ATT = (a) - (c); ATU = (d) - (b);  $BH_1$  = (a) - (d);  $BH_0$  = (c) - (b); TH = ATT - ATU ou TH =  $BH_1$  -  $BH_0$ ; Observações = 4.785.

O efeito médio de tratamento sobre os não tratados (ATU) sinaliza que a probabilidade dos municípios não intensivos no acesso ao Pronaf serem intensivos na produção orgânica diminuiria em 30,4 pontos percentuais caso se tornassem intensivos no acesso ao Programa. Esse resultado pode estar relacionado com o receio dos agricultores quanto às burocracias para acessar o Pronaf e à possibilidade de os montantes serem insuficientes para gerenciar a produção. Essa questão também tende a estar relacionada com as complexidades supracitadas desse sistema produtivo, como a oferta de mão de obra e a necessidade de certificação.

Os efeitos heterogêneos de base ( $BH_1$  e  $BH_2$ ), por sua vez, são negativos e demonstram que não ser intensivo no acesso ao Pronaf aumentaria as chances de o município tornar-se intensivo na produção orgânica. Por outro lado, a heterogeneidade transitória (TH) é positiva, indicando que o efeito da intensidade do acesso ao Pronaf é maior para os municípios que já apresentam número relevante de acessos ao Programa, principalmente quando localizados nas grandes regiões Sul e Sudeste do Brasil. Tal resultado relaciona-se com o fato de que nesses municípios, os agricultores familiares tendem a apresentar certas características que amplificam o impacto do acesso ao Pronaf, como maior área da propriedade e mais integração ao mercado.

#### 5.4 Análise de robustez do efeito causal

Para verificar a robustez da estimativa do efeito médio de tratamento sobre os tratados (ATT), utilizaram-se os fatores observáveis da Tabela 4, adotando-se as metodologias *Propensity Score Matching* (PSM) e *Inverse Probability Weighted Regression Adjustment* (IPWRA). Os resultados na Tabela 6 confirmam o sinal do ATT em ambas as abordagens, indicando que os municípios intensivos no acesso ao Pronaf teriam uma maior probabilidade de serem intensivos na produção orgânica caso não fossem intensivos no acesso ao Programa.

O resultado do IPWRA apontou uma elevação estatisticamente significativa em 3,4 pontos percentuais, em comparação com o contrafactual. Essa probabilidade aumenta para 13,4 pontos percentuais, segundo o resultado do ESP. Essa diferença pode ser explicada pelo fato de que o IPWRA não corrige o possível viés de seleção em não observáveis, cuja presença foi confirmada pelos resultados da Tabela 4. Assim, a estimativa obtida por meio do ESP mostrou-se mais consistente, refletindo um efeito mais robusto da intensidade do acesso ao Pronaf sobre a intensidade da produção orgânica. A estimativa do PSM não foi estatisticamente significativa.

**Tabela 6** – Análise de robustez para o efeito da intensidade do acesso ao Pronaf sobre a intensidade da produção orgânica.

| Estimador do efeito                                      | Efeito médio de tratamento sobre os tratados (ATT) |
|--|--|
| <i>Propensity Score Matching</i> (PSM)                   | -0,010 (0,037)                                     |
| <i>Inverse Probability Regression Adjustment</i> (IPWRA) | -0,034* (0,018)                                    |
| <i>Endogenous Switching Probit</i> (ESP)                 | -0,134*** (0,002)                                  |
| Observações  | 4.785  |

Fonte: elaborado pelos autores.

Nota: \*, \*\*\* = significância estatística a 10% e 1%, respectivamente. Erros-padrão entre parênteses.

O estudo seguiu estratégia semelhante à de pesquisas que utilizam o modelo ESP para verificar a validade do instrumento (Di Falco et al., 2011; Huang et al., 2015; Ngoma, 2018; Di Marcantonio et al., 2022). Conforme exposto na Tabela 7, a validade foi confirmada, mostrando que o instrumento não afeta a intensidade da produção orgânica, exceto por meio da intensidade do acesso ao Pronaf. Esse resultado reforça uma identificação mais robusta do modelo ESP.

**Tabela 7** – Teste de validade do instrumento.

| Variável  | Modelo ESP     | Modelo Probit  | Modelo MQO     |
|---|----------------|----------------|----------------|
| Variável dependente: intensidade da produção orgânica |                |                |                |
| Instrumento   | 0,003* (0,002) | -0,002 (0,002) | -0,001 (0,001) |
| Teste Wald $\chi^2$                                   | 31,36***       |                |                |
| Teste LR $\chi^2$                                     |                | 593,22***      |                |
| Teste F   |                |                | 18,55***       |
| Observações   | 4.785          | 4.785          | 4.785          |

Fonte: elaborado pelos autores.

Nota: \*, \*\*\* = significância estatística a 10% e 1%, respectivamente. Erros-padrão entre parênteses.

## 6 Conclusões

Por meio do uso do modelo *Endogenous Switching Probit*, além de se confirmar a presença do viés de seleção em fatores não observáveis que influenciam o acesso ao Pronaf, o impacto do Programa na produção orgânica também é identificado. O resultado aponta que municípios intensivos no acesso ao Pronaf têm suas chances reduzidas em ser também intensivo na

produção orgânica. Desse modo, as discussões a respeito da atuação modesta do Programa na promoção de um desenvolvimento rural mais sustentável, com adoção de sistemas produtivos alternativos, como o orgânico, são fortalecidas com o resultado encontrado no presente estudo.

Em relação aos determinantes do acesso ao Pronaf e da produção orgânica, verifica-se, por exemplo, que uma maior proporção de estabelecimentos dirigidos por homens, do uso de agrotóxicos, de associados às cooperativas e do tamanho da área elevam a probabilidade de os municípios serem intensivos no acesso ao Pronaf. Todavia, esses fatores diminuem as chances de os municípios serem intensivos na produção orgânica, caso sejam intensivos nesse acesso.

No que se refere à atuação da assistência técnica, importante para o efetivo uso do Pronaf, constata-se que o aumento da proporção de agricultores que a recebem reduz a probabilidade de os municípios serem intensivos na produção orgânica, caso já sejam intensivos no acesso ao Pronaf. Por outro lado, se não forem intensivos nesse acesso, o aumento da proporção de assistências amplia as chances desses municípios serem intensivos na produção orgânica.

Além disso, o estudo reafirma a heterogeneidade da agricultura familiar, demonstrando seu reflexo no perfil dos agricultores em relação ao Pronaf e à produção orgânica. Enquanto os mais inseridos no sistema produtivo orgânico tendem a ser da tipologia Pronaf B, composta por agricultores menos capitalizados e desenvolvidos, aqueles com mais acesso ao Pronaf tendem a ser da tipologia Pronaf V, com agricultores mais capitalizados e inseridos no mercado.

Nesse sentido, os resultados da pesquisa apresentam-se como importantes informações para a avaliação e o aprimoramento de políticas públicas no âmbito da discussão da atuação do Pronaf como política de incentivo à produção orgânica. Primeiramente, faz-se necessário rever tanto o lado da oferta quanto da demanda de crédito rural via Pronaf. Em segundo lugar, a política de assistência técnica e extensão rural (Ater) precisa ser revista, principalmente por ser uma política complementar importante para o Pronaf. Debater e propor soluções para essas questões são essenciais para o desenvolvimento rural brasileiro, especialmente pela existência de diferentes sistemas produtivos alternativos ao sistema convencional, que necessitam não só de legitimação social, governamental e acadêmica, mas também de apoio técnico e creditício.

A revisão da oferta e da demanda do Pronaf mostra-se pertinente, principalmente porque os sistemas produtivos alternativos apresentam configurações distintas não só em relação ao sistema convencional, mas também entre si. Desse modo, pelo lado da oferta, estratégias para aprimorar o conhecimento técnico, econômico e social das instituições financeiras a respeito desses sistemas, mostram-se indispensáveis, para que as instituições que lidam com o Programa possam direcionar adequadamente linhas de crédito para eles. Por exemplo, no Planapo I, havia recursos do Pronaf disponíveis, embora o acesso não tenha ocorrido de forma ampla entre os agricultores familiares. Portanto, problemas como a burocracia, que dificulta o acesso ao Programa, principalmente pelo público do Pronaf B, poderão ser mitigados.

Pelo lado da demanda do Pronaf, expõe-se também o papel da assistência técnica. Muitas vezes, o agricultor carece de informações adequadas ou de direcionamento técnico tanto para solicitar o crédito quanto para o seu efetivo uso na produção, o que dificulta o acesso ao Programa. Nesse contexto, a atuação da assistência ajuda o agricultor a tomar decisões corretas e informadas, seja na manutenção de sistemas produtivos alternativos, como orgânico, seja na conversão para um desses sistemas, e apresenta-se como essencial. O Planapo, por exemplo, tem estratégias importantes, como a realização de capacitações de técnicos da Ater e a implantação de sistema que acompanha a efetivação do crédito para sistemas orgânicos e agroecológicos. Estratégias como essas devem ser contínuas e aprimoradas, como é o caso das articulações para o Planapo III para o período 2024-2027.

Dado o exposto, parece crível afirmar que o Pronaf apresenta potencial de ser um indutor do avanço de sistemas produtivos alternativos no Brasil, reforçando sua relevância desde a sua criação. Entretanto, os resultados deste estudo revelam desafios a serem superados. O entendimento de uma agricultura familiar heterogênea, inserida em um desenvolvimento rural cada vez mais diversificado, é passo crucial para que o Pronaf se consolide como uma política pública capaz de incentivar e respaldar esses sistemas produtivos, como a produção orgânica.

Uma limitação do estudo reside na indisponibilidade dos microdados do Censo Agropecuário 2017, o que impede a análise direta do vínculo entre agricultores individuais, acesso ao Pronaf e produção orgânica. Ainda assim, os resultados obtidos com dados agregados em nível municipal demonstram consistência e robustez, contribuindo de forma significativa para a literatura sobre políticas públicas e sustentabilidade na agricultura familiar.

#### **Contribuições dos autores:**

BSM: Conceitualização, Curadoria de dados, Análise de dados, Pesquisa, Metodologia, Redação do manuscrito original; Redação – revisão e edição; MCRN: Conceitualização, Análise de dados, Metodologia, Supervisão, Redação – revisão e edição; MJB: Redação – revisão e edição.

#### **Suporte financeiro:**

Bruno de Souza Machado: declara ter recebido financiamento para esta pesquisa da agência de fomento Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais - FAPEMIG (bolsa de doutorado). Mateus de Carvalho Reis Neves: nada a declarar. Marcelo José Braga: nada a declarar.

#### **Conflitos de interesses:**

Nada a declarar.

#### **Aprovação do conselho de ética:**

Não se aplica.

#### **Disponibilidade de dados:**

Os dados da pesquisa estão disponíveis através dos links: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017/resultados-definitivos>, <https://www.bcb.gov.br/estatisticas/estatisticabancariamunicipios>, <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/estimapop/tabelas> e <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/tipologias-do-territorio/15790-classificacao-rural-e-urbana.html>.

Os dados da pesquisa a respeito das variáveis climáticas podem ser disponibilizados sob demanda.

#### **Agradecimentos**

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG pelo apoio financeiro recebido para a realização deste trabalho.

**\* Autor correspondente:**

Bruno de Souza Machado. bruno.machado@ufv.br

**Referências**

- Aquino, J. R., Gazolla, M., & Schneider, S. (2017). O financiamento público da produção agroecológica e orgânica no Brasil: inovação institucional, obstáculos e desafios. In R. H. R. Sambuichi, I. F. Moura, L. M. Mattos, M. L. Ávila, P. A. C. Spínola & A. P. M. Silva (Eds.), *A política nacional de agroecologia e produção orgânica no Brasil : uma trajetória de luta pelo desenvolvimento rural sustentável* (pp. 197–227). Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.
- Aquino, J. R., Gazolla, M., & Schneider, S. (2020). Tentativas de inclusão de inclusão da agricultura de base ecológica no Pronaf: do otimismo das linhas de crédito verde ao sonho frustrado do I Planapo. *Revista Grifos*, 30(51), 163-189. <http://doi.org/10.22295/grifos.v30i51.5548>
- Assis, R. L. (2002). *Agroecologia no Brasil: análise do processo de difusão e perspectivas* (Tese de doutorado). Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Barbosa, W. F., & Sousa, E. P. (2012). Agricultura orgânica no Brasil: características e desafios. *Revista Economia & Tecnologia*, 8(4), 67-74. <http://doi.org/10.5380/ret.v8i4.30784>
- Blanc, J., & Kledal, P. R. (2012). The Brazilian organic food sector: prospects and constraints of facilitating the inclusion of smallholders. *Journal of Rural Studies*, 28(1), 142-154. <http://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2011.10.005>
- Brasil. (2003). Lei nº 10.831 de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília.
- Brasil. (2013). *Brasil ecológico: Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica – PLANAPO*. Brasília.
- Brasil. (2016a). *Brasil agroecológico: Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica – PLANAPO: 2016-2019*. Brasília.
- Brasil. (2016b). *Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica - PLANAPO: relatório de balanço 2013-2015*. Brasília.
- Brito, T. P., Aragão, S. S., Souza-Esquerdo, V. F., & Pereira, M. S. (2023). Perfil dos agricultores orgânicos e as formas de avaliação da conformidade orgânica no estado de São Paulo. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 61(3), e260825. <http://doi.org/10.1590/1806-9479.2022.260825>
- Campanhola, C., & Valarini, P. J. (2001). A agricultura orgânica e seu potencial para o pequeno agricultor. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, 18(3), 69-101.
- Caumo, A. J., & Staduto, J. A. R. (2014). Organic production: an alternative in family agriculture. *Revista Capital Científico - Eletrônica*, 12(2), 1-19.
- Coleman, B. E. (1999). The impact of group lending in Northeast Thailand. *Journal of Development Economics*, 60(1), 105-141. [http://doi.org/10.1016/S0304-3878\(99\)00038-3](http://doi.org/10.1016/S0304-3878(99)00038-3)
- Cruz, N. B., Jesus, J. G., Bacha, C. J. C., & Costa, E. M. (2021). Acesso da agricultura familiar ao crédito e à assistência técnica no Brasil. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 59(3), e226850. <http://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.226850>
- Di Falco, S., Veronesi, M., & Yesuf, M. (2011). Does adaptation to climate change provide food security? A micro-perspective from Ethiopia. *American Journal of Agricultural Economics*, 93(3), 829-846. <http://doi.org/10.1093/ajae/aar006>

- Di Marcantonio, F., Havari, E., Colen, L., & Ciaian, P. (2022). Do producer organizations improve trading practices and negotiation power for dairy farms? Evidence from selected EU countries. *Agricultural Economics*, 53(S1), 121-137. <http://doi.org/10.1111/agec.12730>
- Fossá, J. L., Badalotti, R. M., & Tonezer, C. (2019). As linhas alternativas do Pronaf em Santa Catarina: alcances e limites. *Revista Acta Ambiental Catarinense*, 15(1-2), 40-56. <http://doi.org/10.24021/raac.v15i1/2.5053>
- Gomes, A. L. D. S., Soares, J. P. G., Junqueira, A. M. R., & Pantoja, M. J. (2024). Concessão de crédito na produção familiar orgânica. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 64, 14-39.
- Huang, J., Wang, Y., & Wang, J. (2015). Farmers' adaptation to extreme weather events through farm management and its impacts on the mean and risk of rice yield in China. *American Journal of Agricultural Economics*, 97(2), 602-617. <http://doi.org/10.1093/ajae/aav005>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2017). *Censo agropecuário 2017: resultados definitivos*. Rio de Janeiro.
- Jesus, G. J., & Bacha, J. C. B. (2018). Programas de inclusão produtiva e rendimento na agricultura brasileira: o caso dos trabalhadores por conta própria. *Revista Econômica do Nordeste*, 59(2), 97-111. <http://doi.org/10.61673/ren.2018.685>
- Kehinde, A. D., & Ogundeji, A. A. (2022). The simultaneous impact of access to credit and cooperative services on cocoa productivity in South-western Nigeria. *Agriculture & Food Security*, 11(1), 11. <http://doi.org/10.1186/s40066-021-00351-4>
- Lima, S. K., Galiza, M., Valadares, A., & Alves, F. (2020). *Produção e consumo de produtos orgânicos no mundo e no Brasil* (Texto para Discussão). Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.
- Lokshin, M., & Glinskaya, E. (2009). The effect of male migration on employment patterns of women in Nepal. *The World Bank Economic Review*, 23(3), 481-507. <http://doi.org/10.1093/wber/lhp011>
- Lokshin, M., & Sajaia, Z. (2011). Impact of interventions on discrete outcomes: maximum likelihood estimation of the binary choice models with binary endogenous regressors. *The Stata Journal*, 11(3), 368-385. <http://doi.org/10.1177/1536867X1101100303>
- Lourenço, A. V., Gazolla, M., & Schneider, S. (2023). Perfil da agricultura e dos mercados de orgânicos no Brasil. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 62, 1051-1074. <http://doi.org/10.5380/dma.v62i0.85418>
- Machado, B. S., Neves, M. C. R., Braga, M. J., & Costa, D. R. M. (2024a). Access and impact of Pronaf in Brazil: evidence on typologies and regional concentration. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 62(3), e273994. <http://doi.org/10.1590/1806-9479.2023.273994>
- Machado, B. S., Neves, M. C. R., & Mattos, L. B. (2024b). Determinantes do acesso a programas de financiamento de crédito rural no Brasil: uma análise a partir da PNAD 2014. *Revista Econômica do Nordeste*, 55(2), 27-46. <http://doi.org/10.61673/ren.2024.1470>
- Martins, E. A., Campos, R. T., Campos, K. C., & Almeida, C. S. (2016). Rentabilidade da produção de acerola orgânica sob condição determinística e de risco: estudo do distrito de irrigação tabuleiro litorâneo do Piauí. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 54(1), 9-28. <http://doi.org/10.1590/1234-56781806-9479005401001>
- Mattei, T. F., & Michellon, E. (2021). Panorama da agricultura orgânica e dos agrotóxicos no Brasil: uma análise a partir dos censos 2006 e 2017. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 59(4), e222254. <http://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.222254>

- Mazzoleni, E. M., & Nogueira, J. M. (2006). Agricultura orgânica: características básicas do seu produtor. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 44(2), 263-293. <http://doi.org/10.1590/S0103-20032006000200006>
- Muñoz, C. M. G., Gómez, M. G. S., Soares, J. P. G., & Junqueira, A. M. R. (2016). Normativa de Produção Orgânica no Brasil: a percepção dos agricultores familiares do assentamento da Chapadinha, Sobradinho (DF). *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 54(2), 361-376. <http://doi.org/10.1590/1234.56781806-947900540209>
- Ngoma, H. (2018). Does minimum tillage improve the livelihood outcomes of smallholder farmers in Zambia? *Food Security*, 10(2), 381-396. <http://doi.org/10.1007/s12571-018-0777-4>
- Pedroso, N. A., Garbosa, D. W., & Antiqueira, L. M. O. R. (2023). Agricultura familiar, alimentos orgânicos e selo nacional: panorama atual no Brasil. *Nativa*, 11(3), 374-379. <http://doi.org/10.31413/nat.v11i3.15974>
- Porto, M. F., & Soares, W. L. (2012). Modelo de desenvolvimento, agrotóxicos e saúde: um panorama da realidade agrícola brasileira e propostas para uma agenda de pesquisa inovadora. *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, 37(125), 17-31. <http://doi.org/10.1590/S0303-76572012000100004>
- Quach, H. M. (2017). Does access to credit improve household welfare in the long-run? *Journal of Developing Areas*, 51(1), 129-142. <http://doi.org/10.1353/jda.2017.0007>
- Sambuichi, R. H. R., & Oliveira, M. A. C. (2011). Análise das linhas de crédito do Pronaf para o desenvolvimento sustentável da agricultura familiar. *Cadernos de Agroecologia*, 6(2), 1-6.
- Sambuichi, R. H. R., Ávila, M. L., Moura, I. F., Mattos, L. M., & Spínola, P. A. C. (2017). Avaliação da execução do Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica 2013-2015. In R. H. R. Sambuichi, I. F. Moura, L. M. Mattos, M. L. Ávila, P. A. C. Spínola & A. P. M. Silva (Eds.), *A política nacional de agroecologia e produção orgânica no Brasil : uma trajetória de luta pelo desenvolvimento rural sustentável*. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.
- Sambuichi, R. H. R., Policarpo, M. A., Perin, G., & Almeida, A. F. C. S. (2023). Análise do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) como um instrumento da Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (PNAPO). In R. H. R. Sambuichi & S. P. Silva (Eds.), *Vinte anos de compras da agricultura familiar: um marco para as políticas públicas de desenvolvimento rural e segurança alimentar e nutricional no Brasil*. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.
- Schneider, A. L., Silva, D. M., Groff, P. V. V., Souza, E. L., Lau, A. H., Ehrembrink, M. P., Hengles, A. C. V., & da Silva, D. A. A. (2020). Análise da funcionalidade do Pronaf Agroecologia em uma propriedade na região noroeste do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, 10(1), 164-174. <http://doi.org/10.21206/rbas.v10i1.9280>
- Schuntzemberger, A. M. S., & Sampaio, A. V. (2017). Determinantes do acesso ao crédito rural via cooperativas de crédito e bancos: uma análise do Censo Agropecuário 2006. *Revista de Economia e Agronegócio*, 15(1), 108-130.
- Senou, M. M., & Manda, J. (2022). Access to finance and rural youth entrepreneurship in Benin: is there a gender gap? *African Development Review*, 34(1), 29-41. <http://doi.org/10.1111/1467-8268.12623>
- Sheffield, J., Goteti, G., & Wood, E. F. (2006). Development of a 50-year high-resolution global dataset of meteorological forcings for land surface modeling. *Journal of Climate*, 19(13), 3088-3111. <http://doi.org/10.1175/JCLI3790.1>

- Silva, V. S., & Oliveira, A. B. O. (2014). Situação atual do processo de certificação orgânica no Brasil. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 8(5), 20-30.
- Silva, F. C., Sant'Ana, A. L., & Maia, A. H. (2018). Public policy on the family farming sector in Brazil: Towards a model of sustainable agriculture. *African Journal of Agricultural Research*, 13(33), 1719-1729. <http://doi.org/10.5897/AJAR2018.13322>
- Silva, A. V., & Firme, V. A. C. (2024). Uma análise empírica sobre os determinantes da quantidade de produtores de alimentos orgânicos nos municípios brasileiros. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 62(3), e267067. <http://doi.org/10.1590/1806-9479.2022.267067>
- Souza, R. P., Batista, A. P., & César, A. S. (2019). As tendências da certificação de orgânicos no Brasil. *Estudos Sociedade e Agricultura*, 27(1), 95-117. <http://doi.org/10.36920/esa-v27n1-5>
- Souza, G. S., Gomes, E. G., & Gazzola, R. (2021). Produção orgânica na renda bruta agropecuária: Estudo baseado nos dados do censo agropecuário de 2017. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 16(1), 60-70. <http://doi.org/10.18378/rvads.v16i1.8388>
- Tenchini, F. P., & Freitas, C. O. (2024). Agricultura familiar no estado do Rio de Janeiro: desenvolvimento regional sustentável e sua relação com o crédito via PRONAF. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 62(2), e266755. <http://doi.org/10.1590/1806-9479.2022.266755>
- Terrazzan, P., & Valarini, P. J. (2009). Situação do mercado de produtos orgânicos e as formas de comercialização no Brasil. *Informações Econômicas*, 39(11), 27-40.
- Weber, J., & Silva, T. N. (2021). A produção orgânica no Brasil sob a ótica do desenvolvimento sustentável. *Desenvolvimento em Questão*, 19(54), 164-184. <http://doi.org/10.21527/2237-6453.2021.54.164-184>

**Recebido:** Dezembro 30, 2024;

**Aceito:** Abril 14, 2025

**JEL Classification:** C21; Q14; Q18.

**Editor de seção:** Silvio Cezar Arend