

**Universidade de São Paulo  
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Impactos do Pronaf sobre a eficiência técnica da agricultura familiar  
no Brasil**

**Nayara Barbosa da Cruz**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutora em  
Ciências. Área de concentração: Economia Aplicada

**Piracicaba  
2023**

**Nayara Barbosa da Cruz**  
**Engenheira Agrônoma**

**Impactos do Pronaf sobre a eficiência técnica da agricultura familiar no Brasil**  
versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:  
Prof. Dr. **CARLOS JOSÉ CAETANO BACHA**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutora em  
Ciências. Área de concentração: Economia Aplicada

**Piracicaba**  
**2023**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
DIVISÃO DE BIBLIOTECA – DIBD/ESALQ/USP**

Cruz, Nayara Barbosa da

Impactos do Pronaf sobre a eficiência técnica da agricultura familiar no Brasil /  
Nayara Barbosa da Cruz. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr  
6018 de 2011. - - Piracicaba, 2023.

126 p.

Tese (Doutorado) - - USP / Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

1. Pronaf 2. Crédito rural 3. Agricultura familiar 4. Eficiência I. Título

A Nossa Senhora, que sempre intercedeu por mim.

## AGRADECIMENTOS

Não poderia deixar de expressar minha gratidão a Deus por tudo o que Ele tem feito; sem Ele, nada seria, nada faria, nem existiria. Obrigada, Pai! Obrigada, Jesus! Agradeço por teu infinito amor e bondade que me ajudaram a chegar até aqui, dando-me forças para superar todas as dificuldades e desafios durante o Doutorado, sempre me protegendo, mudando tudo para melhor e iluminando o meu caminho.

Às minhas mães, Nossa Senhora e Nice Barbosa: obrigada por todas as intercessões, pelo seu amor e exemplo de fé e coragem. Obrigada, mainhas, por serem minhas maiores motivadoras, em todos os momentos. Agradeço o amor recebido da minha irmã e sobrinha – vocês fazem parte da minha base, amo vocês!

À minha avó e mãe de criação, Maria José da Silva, que não está mais conosco, mas tenho certeza de que todas as suas orações e amor contribuíram muito para que eu pudesse chegar até aqui. Desde quando saí do seio familiar para estudar, sempre fui sua preocupação, contudo, hoje realizo o nosso sonho. Saudades eternas.

Ao meu companheiro de vida, Fábio Lacerda, por toda a compreensão, nos momentos ausentes para concretização deste trabalho, apoio e incentivo. Você também faz parte da realização do meu sonho. Obrigada por tudo o que fez e faz por mim e por nós.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada da ESALQ/USP, os quais partilharam seu conhecimento, se dedicaram e contribuíram para a minha formação. Em especial, ao meu orientador, Prof. Dr. Carlos José Caetano Bacha, por toda paciência, aprendizado e oportunidade. Obrigada, Professor, por ter acreditado em mim e por todo apoio, incentivo e auxílio na realização deste trabalho. Sou grata também ao Prof. Dr. Edward pelas contribuições no desenvolvimento deste trabalho. Agradeço ainda ao Prof. Dr. Alexandre Nunes de Almeida, que, além de excelente professor e coordenador do curso, sempre me confortou com suas trocas de *e-mails* incentivadoras e cheias de esperança de que, no final, tudo dará certo. Deus os recompensem muito.

Sou grata aos convidados da banca, por se disporem a participar e avaliar o meu texto. Obrigada pelos ensinamentos e sugestões que enriqueceram meu trabalho.

Aos colegas e amigos que conquistei, ao longo dessa trajetória. Obrigada por toda ajuda, conselhos, pelos momentos de estudos juntos e por tornarem a caminhada mais leve. E a

todos os que, de alguma maneira, participaram dessa longa caminhada e contribuíram com a minha formação, muito obrigada!

O presente trabalho foi efetuado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

*Quando vos invoquei, vós me respondestes; fizestes crescer a força da minha alma [...]*

*Verdadeiramente, grande é a glória do senhor [...]*

*O Senhor completará o que em meu auxílio começou.*

*Senhor, eterna é a vossa bondade: não abandoneis a obra de vossas mãos.*

**Salmo 137**

(Salmo entregue a mim por Nossa Senhora, em sonho)

## SUMÁRIO

RESUMO .....	9
ABSTRACT .....	10
LISTA DE FIGURAS .....	11
LISTA DE TABELAS .....	12
LISTA DE SIGLAS .....	13
1 INTRODUÇÃO .....	15
1.1 Objetivos .....	18
1.2 Justificativa para a pesquisa .....	19
1.3 Estrutura do trabalho .....	20
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	23
2.1 A heterogeneidade da agricultura familiar brasileira .....	23
2.2 O papel das políticas agrícolas no desenvolvimento rural .....	26
2.3 Contextualização geral do Pronaf .....	28
2.4 Estudos que avaliam os resultados do Pronaf .....	36
3 METODOLOGIA E BASE DE DADOS .....	43
3.1 Métodos econométricos de análise .....	43
3.1.1 Modelo geral de fronteira estocástica de produção .....	44
3.1.1.1 Considerações sobre a função de produção e as implicações de estimá-la .....	48
3.1.1.2 Especificação do modelo de fronteira estocástica de produção utilizado na Tese .....	50
3.1.1.3 A função de produção Cobb-Douglas .....	53
3.1.1.4 Testes para verificar a presença de ineficiência técnica .....	55
3.1.2 Pareamento por Escore de Propensão (PSM) .....	56
3.1.3 Análise de sensibilidade com a adoção do Método de Limites de Rosenbaum .....	61
3.2 Base de dados .....	63
4 EVOLUÇÃO DA AGRICULTURA FAMILIAR E DO CRÉDITO DO PRONAF ENTRE 2006 E 2017 .....	69
4.1 Evolução e distribuição regional da agricultura familiar no Brasil, segundo os dados dos Censos Agropecuários de 2006 e 2017 .....	69
4.2 O uso do crédito rural pela agricultura familiar .....	73
5 RESULTADOS DOS MODELOS ECONOMÉTRICOS E SUA DISCUSSÃO .....	85
5.1 Fronteira de Produção Estocástica .....	85
5.1.1 Análises descritivas das variáveis usadas nas estimativas das Fronteiras Estocásticas .....	85
5.1.2 Estimação da Fronteira Estocástica .....	89



5.1.3 Resultados das estimações do modelo de fronteira estocástica de produção.....	90
5.1.4 Considerações sobre os escores de eficiência técnica das três fronteiras de produção .....	97
5.2. <i>Propensity Score Matching</i> .....	99
5.2.1 Análises descritivas do modelo de <i>Propensity Score Matching</i> (PSM) .....	100
5.2.2 Avaliação de impacto do Pronaf.....	103
6 CONCLUSÃO.....	109
REFERÊNCIAS .....	111
APÊNDICE .....	123

## RESUMO

### Impactos do Pronaf sobre a eficiência técnica da agricultura familiar no Brasil

Na narrativa governamental, o Brasil, através de políticas agrícolas, busca reduzir as desigualdades existentes entre os produtores rurais, buscando a inclusão social em toda a sua diversidade e a segurança alimentar para toda a população. Dentre as diversas políticas públicas, a de crédito rural, em especial, a oferecida por meio do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), criado em 1996, merece destaque pela sua especificidade no apoio ao pequeno agricultor familiar. Até então, este tinha ficado, em grande parte, às margens do sistema financeiro, apesar de fornecer alimento à maior parte da população brasileira. Dentre as várias linhas de crédito do Pronaf, destaca-se o Pronaf B, o qual beneficia, entre os agricultores familiares, os menos dotados de renda, financiando suas atividades agropecuárias e não agropecuárias para implantação, ampliação e modernização da sua propriedade. Busca-se, portanto, o aumento da sua eficiência. Diante desse contexto, o objetivo geral desta Tese é analisar o impacto do Pronaf – sobretudo do Pronaf B – sobre a eficiência técnica dos seus beneficiários. Para mensurar a causalidade do Pronaf (da linha B e das demais modalidades) sobre os agricultores familiares, duas estimativas econométricas foram realizadas, sendo que, na primeira etapa, foram construídas variáveis a partir das informações agregadas desses agricultores, em nível municipal, disponíveis no Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA), para a estimação do modelo de fronteira estocástica. Na segunda etapa, foram utilizados os escores de eficiência técnica, obtidos nas estimações de fronteira estocástica, como *outcomes* no pareamento por escore de propensão (PSM), a fim de mensurar se o acesso ao crédito rural via o Pronaf aumenta a eficiência técnica dos beneficiários desse programa. Para tanto, foi seguida a estratégia de considerar estabelecimentos representativos em cada município, com o propósito de mitigar os efeitos da heterogeneidade da amostra. Os resultados encontrados neste trabalho mostraram que o Pronaf produziu impactos parcialmente esperados, em termos de diferenciação dos agricultores familiares, quando avaliados pelo seu nível de eficiência, devido a possíveis falhas de mercados existentes. Os agricultores elegíveis ao Pronaf B são menos eficientes do que outros pronafianos e os não pronafianos. Quanto aos determinantes de eficiência, os fatores terra, trabalho e despesas com insumos constituem as variáveis que mais contribuíram para elevar o desempenho produtivo, principalmente dos agricultores familiares elegíveis ao Pronaf. Com base na estimativa do PSM, foi possível verificar que o crédito rural do Pronaf B impactou negativamente a eficiência técnica desses estabelecimentos, quando comparados aos não pronafianos. Logo, ser pronafiano B não é condição suficiente para o agricultor familiar aumentar seu nível de eficiência técnica. Isso aponta para a necessidade de melhorias e integração nas políticas agrícolas do Brasil, em especial aquelas voltadas para a agricultura familiar.

Palavras-chave: Pronaf, Crédito rural, Agropecuária, Eficiência técnica

## ABSTRACT

### **Impacts of Pronaf on the technical efficiency of family farming in Brazil**

In the governmental narrative, Brazil, through agricultural policies, seeks to reduce existing inequalities among rural producers, seeking social inclusion in all its diversity and food security for the entire population. Among various public policies, the one about rural credit, in particular the credit offered by the National Program for Strengthening family agriculture (Pronaf), created in 1996, deserves to be highlighted for its specificity in supporting small family farmers. Until then, this one had remained largely on the margins of the financial system, despite providing food to most of the Brazilian population. Among many Pronaf lines of credit, Pronaf B stands out, which benefits, among family farmers, the ones with lower income, financing their agricultural and non-agricultural activities for the implementation, expansion and modernization of their property. Therefore, it seeks to increase its efficiency. Given this context, the general objective of this Thesis is to analyze the impact of Pronaf – especially Pronaf B – on the technical efficiency of its beneficiaries. To measure the causality of Pronaf (from line B and the other modalities) on family farmers, two econometric estimates were carried out, and, in the first stage, variables were constructed from the aggregated information about these farmers, at the municipal level, available in the System IBGE for Automatic Recovery (SIDRA), for estimating the stochastic frontier model. In the second stage, technical efficiency scores obtained from stochastic frontier estimations were used as outcomes in propensity score matching (PSM), in order to measure whether access to rural credit via Pronaf increases the technical efficiency of beneficiaries of that program. To this end, the strategy of considering representative establishments in each municipality was followed, with the purpose of mitigating the effects of heterogeneity in the sample. The results found in this work have showed that Pronaf produce partially the expected impacts, in terms of differentiating family farmers by their level of efficiency, due to possible market failures. Farmers eligible for Pronaf B are less efficient than other Pronafians and non-Pronafians. As for the determinants of efficiency, the factors land, labor and expenses with inputs are the variables that most contributed to increase the productive performance, mainly of family farmers eligible for Pronaf. Based on the PSM estimation, it was possible to verify that Pronaf B rural credit had a negative impact on the technical efficiency of these establishments, when compared to non-Pronaf ones. So, being pronafian B is not a sufficient condition for the family farmer to increase his level of technical efficiency. This points to the need for improvements and integration in agricultural policies in Brazil, especially those aimed at family farming.

Keywords: Pronaf, Rural credit, Agriculture, Technical efficiency

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 - Conjunto de possibilidades de produção e fronteira de produção $y=f(x)$ .....	44
Figura 2 - Distribuição percentual do público potencial do Pronaf entre as regiões brasileiras, anos de 2006 e 2017.....	76
Figura 3 - Distribuição percentual do público potencial do Pronaf B entre as regiões brasileiras, anos de 2006 e 2017.....	77
Figura 4 - Distribuição dos escores de propensão antes e depois do balanceamento das covariadas para o Grupo 1 (Pronaf B x Não Pronafiano).....	104

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Evolução e importância da agricultura familiar <i>versus</i> a não familiar no Brasil – anos de 2006 e 2017.....	70
Tabela 2 - Distribuição dos estabelecimentos e da área de Agricultura Familiar (AF) por região do Brasil, anos de 2006 e 2017.....	72
Tabela 3 - Número de estabelecimentos agropecuários familiares que obtiveram financiamento, por tipo de programa e agente financeiro responsável pelo financiamento (Brasil e Regiões).....	74
Tabela 4 - Distribuição dos estabelecimentos agropecuários familiares que obtiveram financiamento, Brasil, 2017.....	79
Tabela 5 - Características dos estabelecimentos agropecuários familiares, por faixas de escolaridade do seu responsável, receitas do estabelecimento e pela classe de idade do produtor, distinguindo neles os totais de não pronafianos e pronafianos (Pronaf B e outros Pronafs), Brasil, 2017.....	82
Tabela 6 - Estatísticas descritivas das variáveis utilizadas na estimação da fronteira de produção para os estabelecimentos representativos.....	87
Tabela 7 - Resultados dos Testes de Razão de Verossimilhança Generalizada para os diferentes casos.....	90
Tabela 8 - Estimativas da fronteira de produção para os grupos elegíveis de agricultores familiares - Cobb-Douglas t-normal ineficiência.....	92
Tabela 9 – Média e desvio-padrão dos escores de eficiência técnica para os grupos considerados de agricultores familiares.....	98
Tabela 10 - Estatísticas descritivas das variáveis utilizadas no modelo PSM para os estabelecimentos agropecuários.....	101
Tabela 11 - Avaliação de impacto do Pronaf – Grupo 1 (Pronaf B x Não Pronafiano).....	105
Tabela A1 - Resultados dos Testes de Razão de Verossimilhança Generalizada para $H_0$ : Mínimos Quadrados Ordinários <i>versus</i> $H_1$ : Cobb-Douglas com ineficiência técnica.....	123
Tabela A2 - Balanceamento das covariadas – Grupo 1 (Pronaf B x Não pronaf).....	123
Tabela A3 - <i>Pstest</i> – teste de escolha do modelo a ser analisado.....	123
Tabela A4 - Test-t – teste de diferença de médias entre tratados e controles - Matching Radius....	124
Tabela A5 - Análise de sensibilidade (Rosenbaum bounds) – Grupo 1 (Pronaf B x Não Pronaf)...	125
Tabela A6 - Avaliação de impacto do Pronaf para os diferentes grupos de agricultores familiares.....	126

**LISTA DE SIGLAS**

MDA	Ministério do Desenvolvimento Agrário
PRONAF	Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
PRONAF B	Potenciais agricultores pronafianos do grupo B
PRONAF V	Potenciais agricultores pronafianos dos demais grupos (exceto o B)
PROCERA	Programa de Crédito Especial para Reforma Agrária
PROVAP	Programa de Valorização da Pequena Produção Rural
PNRA	Programa Nacional de Reforma Agrária
PNCF	Programa Nacional de Crédito Fundiário
PSM	Pareamento por Escore de Propensão
PIB	Produto Interno Bruto
MCR	Manual do Crédito Rural
SAF	Secretaria da Agricultura Familiar
SDT	Secretaria do Desenvolvimento Territorial
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
SIDRA	Sistema IBGE de Recuperação Automática



## 1 INTRODUÇÃO

De acordo com o Censo Agropecuário de 2017, a agricultura familiar foi responsável por 28,2% do valor total produzido pela agropecuária brasileira naquele ano, o que equivaleu a mais de R\$ 130 bilhões. Esse segmento da agropecuária forneceu emprego direto a cerca de 12.221.432 de pessoas, o equivalente a 80,9% do total de pessoas ocupadas nos estabelecimentos agropecuários brasileiros, em 2017. Nesse ano, existiam 3,9 milhões de estabelecimentos agropecuários classificados como sendo de agricultura familiar, no Brasil, cerca de 77% do total existente.

Os estabelecimentos agropecuários familiares são de extrema importância, não apenas por gerarem emprego, mas também porque eles constituem uma demanda efetiva por produtos elaborados por outros setores da economia, além de permitirem uma distribuição mais equitativa de renda (BRAVO-URETA; EVENSON, 1994).

O acima exposto é corroborado pela argumentação de Sambuichi *et al.* (2014) de que o apoio à agricultura familiar se constitui em estratégia a ser utilizada para mitigar a pobreza e a desigualdade, no meio rural.

No entanto, dentro do grupo de agricultores familiares, há forte heterogeneidade e diversidade socioespacial, as quais são ofuscadas pela oposição simplista entre agricultura familiar *versus* agronegócio, principalmente quando a comparação é feita em nível regional. Para Guanzirolli (2007), essa diferenciação ocorre desde o recebimento de serviços, tal como o acesso à assistência técnica e modernas tecnologias, até a caracterização de sua vida social. Segundo Souza, Santana e Sena (2006), a diferenciação dos grupos classificados como agricultura familiar está, muitas vezes, associada às características de cada região brasileira. Para certa porção da agricultura familiar, há sérias dificuldades a serem enfrentadas, principalmente no que se refere à sua baixa capitalização, às dificuldades de aquisição de crédito, às barreiras encontradas no acesso aos mercados, às disparidades produtivas inter-regionais, além da grande desigualdade e concentração fundiária (SAMBUICHI *et al.*, 2014).

O segmento mais pobre da agricultura familiar apresenta dificuldades para incorporar insumos modernos na sua produção e, conseqüentemente, essa parcela dos agricultores exibe baixo nível de produtividade, podendo expor alguns desses produtores ao risco de exclusão da atividade agropecuária (SCHROTH; RUF, 2014). Em decorrência dessa realidade, Silva, Gomes e Santos (2008) ressaltam que a formulação de políticas públicas, destacando-se a de concessão de crédito, constitui uma alternativa para permitir aos agricultores a aquisição de insumos e equipamentos, visando a aumentar sua eficiência técnica.



Ciente das dificuldades enfrentadas pelos agricultores familiares e da sua importância para a segurança alimentar e para o crescimento econômico do país, a partir da segunda metade da década de 1990, o governo brasileiro implementou políticas específicas para esse segmento, como o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf). Este se constitui no maior instrumento de política pública agrícola para pequenos agricultores, quando se compara com outros programas, tais como o Procefa (Programa de Crédito Especial para Reforma Agrária) e o Provaq (Programa de Valorização da Pequena Produção Rural), os quais também atendem aos pequenos produtores de base familiar (MARTINS; ALENCAR; MENDONÇA, 2006).

Um dos objetivos do Pronaf é mitigar a desigualdade da distribuição de renda e diminuir a pobreza que atinge, de forma intensa, parcela da população vivendo no meio rural brasileiro. Para tanto, oferta-se apoio financeiro para as atividades realizadas pelos agricultores familiares e pelos assentados da Reforma Agrária. Por meio de suporte financeiro, os beneficiários do Pronaf recebem uma maior assistência para a ampliação da sua produção, seja esta destinada ao seu próprio consumo, seja para a comercialização. A concessão do crédito rural permite a aquisição de insumos e equipamentos, objetivando o aumento da produção e, com isso, consegue-se aumentar a renda da propriedade rural (ANTUNES *et al.*, 2013).

Atualmente, os beneficiários do Pronaf são classificados em: i) Pronaf A - formado por famílias assentadas pelo Programa Nacional de Reforma Agrária (PNRA) ou os beneficiários do Programa Nacional de Crédito Fundiário (PNCF); ii) Pronaf B - destinado aos agricultores familiares com renda bruta anual familiar de até R\$ 20.000,00 e mulheres agricultoras integrantes de unidades familiares enquadradas nos Grupo A, A/C e B do Pronaf; iii) Pronaf A/C - assentados pelo PNRA ou beneficiários do PNCF que tenham contratado a primeira operação no grupo “A” e não tenham contratado financiamento de custeio, exceto no próprio grupo “A/C” (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2022). Ainda, os dados disponibilizados no SIDRA pelo IBGE de 2017, denomina como Pronaf V os demais beneficiários do programa, exceto o Pronaf B.

Para Johnston e Mellor (1961), o eficiente desenvolvimento econômico depende, vigorosamente, de uma elevada produtividade dos setores rurais, principalmente entre os pequenos produtores, os quais possuem baixa escala de produção. A expectativa é que o Pronaf possa elevar a renda e a produtividade das atividades realizadas nos estabelecimentos agropecuários, através das atividades rurais agrícolas ou não agrícolas, modernizando os estabelecimentos agropecuários, transformando-os em mais eficientes, visto que, segundo

Almeida (2012), esses produtores, em geral, possuem baixa dotação de recursos, baixos níveis de capital humano e social e pouco acesso aos serviços institucionais de crédito e extensão rural.

Para Mattei (2005), durante o processo histórico de implementação das políticas agrícolas no meio rural, os agricultores familiares ficaram à margem dos acessos aos benefícios oferecidos pelas políticas e o Pronaf surgiu como um reconhecimento de uma nova classe social por parte do Estado.

Em sua narrativa, o Pronaf se propõe financiar tanto as atividades agropecuárias quanto as não agropecuárias, conduzidas, majoritariamente, pela mão de obra familiar no estabelecimento agropecuário. O programa tem como foco a melhoria do meio rural, visando a inclusão social rural e o desenvolvimento econômico. Ele surge, na narrativa oficial, como uma esperança de cidadania, introdução social e econômica.

Após a criação do Pronaf, algumas pesquisas – tais como o relatório feito pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (2013), assim como os trabalhos de Lopes, Lowery e Peroba (2016) e Duarte *et al.* (2017), por exemplo – mostraram a importância desse programa para o desenvolvimento do meio rural, sobretudo no que diz respeito à impulsão da produção, ao estímulo à utilização de insumos modernos e ao auxílio à adoção de novas tecnologias, todos levando à melhoria da eficiência das unidades produtivas. Mas há também literatura questionando a concentração e a má distribuição dos recursos do Pronaf entre as regiões e entre os produtores familiares (MATTEI *et al.*, 2007; SILVA; CORREA; NEDER, 2007).

Estudos recentes, como os publicados por Souza, Gomes e Gazzola (2021), Luna et al. (2021) e Ramos e Vieira Filho (2021a),<sup>1</sup> têm apontado como uma combinação ótima de insumos deve ser empregada no processo produtivo, com o intuito de se obter o produto máximo, por meio da medida de eficiência técnica.

A agropecuária brasileira está inserida em um cenário altamente diversificado, segmentado, competitivo e em que o número de produtores envolvidos é surpreendentemente grande. O conhecimento de possíveis ineficiências desse setor é fundamental para se buscar suas correções e se poder ofertar alimentos e outras matérias-primas agropecuárias de melhor qualidade e a preços mais acessíveis à população.

Partindo dessas premissas, algumas indagações são feitas: há diferença de eficiência técnica entre os grupos que compõem a agricultura familiar brasileira? O acesso ao crédito

---

<sup>1</sup> Para outros artigos que já estimaram a fronteira estocástica de produção na agropecuária brasileira, ver subitem 2.5: Estimativas da fronteira de produção estocástica na agropecuária brasileira.

rural, via Pronaf, aumenta a eficiência técnica dos beneficiários (no caso, a agricultura familiar) do mesmo?

### 1.1 Objetivos

Diante do acima exposto, este trabalho tem como **objetivo geral** mensurar o impacto do Pronaf, em especial do Pronaf B, sobre a eficiência técnica dos estabelecimentos de agricultura familiar. Para tanto, toma-se como base os dados do Censo Agropecuário de 2017. Os **objetivos específicos** da Tese são:

- Estimar as fronteiras estocásticas de produção em separado para os produtores classificados no Pronaf B, no Pronaf V e Não pronafianos;
- Mensurar os escores de eficiência técnica dos grupos supracitados, por meio do método de fronteira estocástica;
- Estimar o modelo de *Propensity Score Matching*, a fim de obter os efeitos do crédito rural sobre os escores de eficiência técnica conseguidos pelos elegíveis a agricultores familiares que obtiveram o crédito rural via o Pronaf.

Para evidenciar os efeitos diferentes do acesso ao crédito sobre a eficiência técnica dos grupos de agricultura familiar, é possível estimar as fronteiras de produção estocástica para três grupos: uma fronteira de produção para agricultores familiares elegíveis ao Pronaf B, uma fronteira de produção para agricultores familiares elegíveis ao Pronaf V e outra para os agricultores familiares classificados como Não pronafianos. Isso permitirá obter os escores de eficiência técnica dos estabelecimentos familiares representativos. Em um segundo momento, esses escores serão utilizados como variável de resultado no modelo do *Propensity Score Matching*, no qual os efeitos serão mensurados, separadamente, por grupos, a saber:

- Pronaf B *versus* Não pronafianos;
- Pronaf V *versus* Não pronafianos;
- Pronaf B *versus* Pronaf V.

Entretanto, estimar o impacto do crédito rural do Pronaf sobre a eficiência técnica de seus beneficiários não é uma tarefa trivial. Mensurar os potenciais efeitos médios de tratamento entre os grupos de agricultores familiares pode gerar estimativas tendenciosas resultantes da autosseleção, o que é derivado de variáveis não observáveis, as quais afetam a participação no tratamento que é ter recebido crédito do Pronaf.

Para se verificar esse efeito causal do crédito do Pronaf sobre os escores de eficiência dos agricultores familiares, utilizando-se o método de quase experimento Pareamento por

Escore de Propensão (PSM), foram realizadas análises de sensibilidade, verificando-se a robustez dos resultados encontrados. Ademais, diante da indisponibilidade dos dados, em nível de produtor<sup>2</sup>, quando efetuada esta pesquisa, foi seguida a estratégia empregada por Helfand, Magalhães e Rada (2015), Freitas, Silva e Texeira (2020) e Neves *et al.* (2018), adotando-se estabelecimentos representativos em cada município, com o propósito de mitigar esses efeitos da heterogeneidade na amostra.

## 1.2 Justificativa para a pesquisa

De acordo com o Plano Safra 2021/2022, do total de crédito disponibilizado, cerca de 39,3 bilhões de reais deveriam ter sido exclusivos para o Pronaf, implicando em incremento de 19% em relação ao plano anterior. E, segundo Grisa, Wesz Junior e Buchweitz (2014), o grupo B desse programa incorpora um público historicamente excluído das políticas agrícolas, em especial aquelas de crédito rural. O grupo V representa os demais beneficiários do programa, exceto o Pronaf B.

Como uma esperança para um grupo social que se viu historicamente pouco incluído nos planos de desenvolvimento rural, os agricultores familiares agora enxergam uma facilidade de acesso ao crédito rural. Dessa forma, o programa busca contribuir para o desenvolvimento sustentável do segmento rural, de modo a propiciar-lhe o aumento da capacidade produtiva, a geração de empregos e a melhoria de renda, cooperando para uma redução da pobreza e do êxodo rural.

Na literatura, existem diversas discussões envolvendo as características da agricultura familiar e o seu acesso ao Pronaf, principalmente quanto à distribuição do crédito entre os agricultores familiares e os efeitos desse crédito sobre os produtores familiares. Certos autores - como Anjos *et al.* (2004), Macedo (2017), Machado *et al.* (2022) - avaliaram o impacto do acesso ao Pronaf sobre a produtividade, investimento, valor bruto da produção, rendimento da atividade e diferentes medidas de desempenho da agricultura familiar, como forma de medir a eficiência do Programa.

Tendo em vista os elementos apresentados, é notória a importância de implementar estudos que acompanhem a evolução e a efetividade do Pronaf, por fazer parte de uma das mais importantes políticas públicas voltadas para a agricultura familiar.

---

<sup>2</sup> A intenção, no início da pesquisa, era empregar os microdados dos Censos Agropecuários. No entanto, o acesso aos mesmos ficou comprometido, do ano de 2020 a meados de 2022, pois não havia disponibilidade de acesso à sala de sigilo na sede do IBGE, no Rio de Janeiro.

De posse de dados mais recentes, o presente trabalho buscará identificar o nível de eficiência técnica dos agricultores familiares, em especial dos pronafianos, no Brasil, realizando análises que compreendam três grupos de agricultores familiares: Pronafianos B, Pronafianos V e Não pronafianos, por entender que os impactos do acesso ao crédito do Pronaf tendem a ser diferentes entre as tipologias, considerando os achados na literatura supracitada.

Avaliar a eficiência de um programa de crédito rural é importante por muitas razões. Primeiro, refere-se a uma política pública que requer altos custos para os cofres públicos e, por essa razão, deve ser analisada regulamente, a fim de justificar sua continuação. Segundo o Plano Safra 2021/2022, os custos aos cofres públicos para a subvenção do financiamento pelo governo federal foram de R\$ 6,4 bilhões, apenas para o Pronaf, e de R\$ 6,6 bilhões, para a agricultura empresarial. Esses montantes se gastam na equivalência da taxa de juros e no valor que o governo paga aos bancos pelos serviços prestados aos agricultores familiares. De acordo com Hampf (2013), no ano de 2002, o valor médio da subvenção via Pronaf equivalia a 17,38% do valor total emprestado, por cada negócio realizado em Bonito - PE.

Outra razão para avaliar os impactos do Pronaf sobre a eficiência técnica de seus contemplados é que alguns trabalhos enfatizam a relevância do programa, justificada pelo aumento na sua efetividade. Rocha Junior, Cassuce e Cirino (2017) identificaram um aumento no nível de escolaridade e em ser proprietário da terra. Araújo, Alencar e Vieira Filho (2020) concluíram que os beneficiários do Pronaf apresentam, em média, uma produtividade 15,2% maior em comparação aos não beneficiários.

A principal motivação do presente estudo é contribuir para a discussão na literatura sobre a temática, fornecendo informações importantes em relação aos efeitos dessa importante política de crédito e auxiliando os agentes públicos na tomada de decisões quanto à ampliação ou possíveis aperfeiçoamentos da mesma.

### **1.3 Estrutura do trabalho**

A Tese está estruturada da seguinte forma: além desta Introdução, tem-se, no Capítulo 2, a revisão de literatura, a qual analisa os trabalhos publicados sobre o tema e algumas controvérsias que levantam. O Capítulo 3 reúne o arcabouço teórico e a metodologia utilizados no estudo, contendo as especificações dos dois modelos econométricos adotados e as variáveis a serem utilizadas na sua estimação. O Capítulo 4 analisa a evolução da agricultura familiar e o crédito do Pronaf, no período de 2006 e 2017. Procura-se, ainda no

Capítulo 4, ressaltar a relevância do Pronaf dentro dessa política voltada à agricultura familiar. Os resultados dos modelos econométricos e as discussões dos mesmos estão no Capítulo 5, em que, em um primeiro momento, os resultados da análise estatística dos dados e as estimações do modelo de fronteira estocástica de produção – para os agricultores familiares classificados como Pronaf B, Pronaf V, representado pelos demais beneficiários do programa, e os agricultores familiares que não acessaram crédito do Pronaf - são expostos. Em um segundo momento, as estatísticas descritivas para os grupos que participaram do pareamento por escore de propensão (PSM) e os resultados do PSM são analisados. A Tese encerra-se no sexto capítulo, com suas conclusões.



## 2 REVISÃO DE LITERATURA

A literatura mais próxima ao objetivo desta Tese pode ser disposta em cinco grupos: (1) trabalhos que analisam a heterogeneidade da agricultura familiar e a necessidade de a mesma ser tratada diferentemente, no país, para poder se modernizar; (2) textos que abordam a importância das políticas agrícolas no desenvolvimento rural; (3) publicações que analisam o surgimento e a evolução do Pronaf; (4) obras que avaliam os resultados alcançados pelo Pronaf, em especial na modernização e geração de renda da agropecuária familiar; e (5) trabalhos que estimam fronteiras de possibilidades de produção para a agropecuária brasileira, em especial, para a agricultura familiar.

### 2.1 A heterogeneidade da agricultura familiar brasileira

Segundo a Lei nº 11.326, de 24/07/06, para um estabelecimento agropecuário ser classificado como de agricultura familiar, o seu responsável deve atender concomitantemente aos seguintes requisitos: (i) não ser detentor, a qualquer título, de área maior do que quatro módulos fiscais; (ii) utilizar predominantemente mão de obra da própria família, nas atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento; (iii) ter percentual mínimo, definido pelo Poder Executivo, de renda familiar originada de atividades econômicas vinculadas ao seu próprio estabelecimento ou empreendimento (na versão inicial da lei, este percentual era entendido como sendo no mínimo 50%); e, (iv) dirigir seu estabelecimento ou empreendimento com sua família.

Esses requisitos foram atendidos, em 2017, por 3,9 milhões de estabelecimentos agropecuários, representando 77% dos estabelecimentos brasileiros e respondendo por 23% das áreas ocupadas e recenseados naquele ano. Os dados de 2017 indicam perda de importância da agricultura familiar em relação aos dados de 2006. Neste último ano, havia 4,4 milhões de estabelecimentos agropecuários classificados como familiares, representando 84% dos estabelecimentos agropecuários e ocupando 24% da área agropecuária do Brasil.

Não obstante essa perda de importância, a agricultura familiar ainda representa parcela muito importante da agropecuária nacional. Em 2006, 36,1% do valor bruto da produção agropecuária nacional eram concentrados na agricultura familiar, percentagem esta que foi de 28,2%, em 2017. Apesar dessa redução, considerando alguns produtos específicos, a relevância da agricultura familiar na produção agropecuária brasileira é bem maior do que 1/3. Em 2017, a agricultura familiar respondeu por 39,99% do valor bruto da produção nacional da pecuária de corte, por 67,45% do valor bruto da produção nacional da pecuária de



leite, por 97,31% do valor bruto da produção nacional de fumo e por 86,40% do valor bruto da produção nacional de mandioca, por exemplo.

Observando-se a distribuição regional do número dos estabelecimentos e da área total ocupada pela agricultura familiar, conforme os dados do Censo Agropecuário de 2017, pode-se notar que o universo da agricultura familiar, no Brasil, não é distribuído homoganeamente. O Nordeste detinha, em 2017, 47% do número total dos estabelecimentos da agricultura familiar do país, enquanto o Centro-Oeste dispunha de 6% desses estabelecimentos. Nesse mesmo ano, essas duas regiões reuniam 32% e 12%, respectivamente, da área total ocupada pelos estabelecimentos agropecuários familiares.

Os estabelecimentos agropecuários familiares apresentam tamanho médio menor do que os não familiares. Segundo França, Del Grossi e Marques (2009), a área média dos estabelecimentos agropecuários familiares era de 18,37 ha, e a dos não familiares, de 309,18 ha, em 2006.

Ao se analisar apenas os estabelecimentos agropecuários classificados como de agricultura familiar, observa-se forte heterogeneidade entre esses agricultores, incluindo desde famílias muito pobres até famílias com razoável patrimônio. Para Souza Filho *et al.* (2004), isso se explica pelo fato de os agricultores familiares não se diferenciarem somente em relação ao tamanho da sua propriedade, mas também quanto às condições de acesso à tecnologia, acesso à infraestrutura e nível de organização, o que afeta sua capacidade de produção.

Tal heterogeneidade não esconde, no entanto, a circunstância de parcela da agricultura familiar ser pobre, o que se associa a um processo histórico que implicou sua baixa capitalização, a dificuldade no acesso às linhas de créditos oficiais, tecnologia e assistência técnica, além das barreiras encontradas no acesso a alguns mercados. Isso aprofunda a disparidade produtiva inter-regional dessa categoria. Constata-se que os sistemas de produção da agricultura familiar dependem da realidade de cada região, diferindo quanto ao seu nível de organização, acessibilidade às políticas públicas, grau de instrução das famílias, tipos de culturas plantadas, entre outros fatores que refletem a heterogeneidade e a desigualdade rural (VIEIRA FILHO, 2013).

Ao comparar o desempenho da agricultura familiar entre as regiões brasileiras, Vieira Filho e Fishlow (2017) destacam que a situada na região Sul é a mais dinâmica, em termos nacionais, alcançando os melhores indicadores de desenvolvimento econômico. Essa situação se diferencia bastante, ao se estudar o Nordeste, que detém a maior parcela da pobreza rural do Brasil, apesar de haver exemplos de sucesso, tais como a fruticultura irrigada

e a produção de grãos, no Cerrado nordestino. Entretanto, essa heterogeneidade é notada tanto na agricultura familiar quanto na não familiar. Por isso, Vieira Filho e Fornazier (2016) ressaltam que a afirmação de que a agricultura familiar é a mais vulnerável, no acesso à tecnologia, não se aplicada a todos os membros desta categoria.

Conforme Vieira Filho e Fishlow (2017), a limitação do acesso e da prestação da assistência técnica na agropecuária está relacionada com o ambiente organizacional e a difusão tecnológica, percebendo-se que, de um lado, regiões mais estruturadas revelam maior eficiência no uso dos recursos disponíveis, gerando maior produtividade combinada a menores custos produtivos. De outro lado, regiões menos favorecidas se mantêm afastadas do acesso à moderna tecnologia e com custos de produção muitas vezes proibitivos, refletindo o seu baixo nível de produtividade e, assim, podendo expor alguns produtores ao risco de exclusão do mercado. Isso se deve, em parte, às imperfeições do mercado, nas quais o pequeno produtor paga caro pelos insumos e vende barato o seu produto, no mercado doméstico, enquanto o grande produtor, por possuir maior poder de barganha, consegue comprar insumos em condições de pagamento e a preços mais favoráveis, recebendo um maior valor por disponibilizar seus produtos no mercado externo. Para Vieira Filho e Fishlow (2017), um ponto crucial para as políticas públicas é atuar no intuito de beneficiar as regiões mais atrasadas, diminuindo as desigualdades regionais.

Entretanto, mesmo nesse ambiente diferenciado, a produção no setor agrícola brasileiro tem aumentado ano após ano, como mostrado por Alves e Souza (2015), o que se deve tanto à agricultura não familiar como à parte moderna e capitalizada da agricultura familiar, o que reforça a visão de heterogeneidade deste último segmento.

Visando a diminuir as desigualdades sociais e ampliar a inclusão de grupos potencialmente excluíveis, é necessário promover o desenvolvimento tecnológico dos sistemas de produção familiares (em especial dos mais vulneráveis), a fim de melhorar a sua produtividade, aumentar a sua renda e reduzir a pobreza rural. Isso é possível, por exemplo, através de políticas que levam ao desenvolvimento e à adoção de uma tecnologia adequada à realidade econômica, social e ambiental da agricultura familiar de cada região, de forma a promover o seu crescimento com sustentabilidade (SAMBUICHI *et al.*, 2014). Essas políticas são revisadas no próximo item.

## 2.2 O papel das políticas agrícolas no desenvolvimento rural

Especialmente no Brasil, onde a atividade agropecuária, em si própria e por dinamizar outros segmentos do agronegócio, é fundamental para a formação do Produto Interno Bruto (PIB) e das exportações, surge a necessidade de se contar com um conjunto de práticas que amenize as imperfeições de mercado, as quais são capazes de inibir o crescimento da agropecuária.

A agropecuária vem apresentando expressivo crescimento no Brasil nos últimos anos, mesmo em caso de recessão econômica. Em 2020, o setor agropecuário aumentou a sua participação no Produto Interno Bruto (PIB) nacional para 6,8%, frente aos 4,8% de 2018. Em 2021, essa participação atingiu 8,1% do PIB brasileiro, segundo os dados das Contas Nacionais do IBGE.

A Lei nº 4.504, de 30 de novembro de 1964, amplamente conhecida como Estatuto da Terra, entende por política agrícola o conjunto de medidas que orientam as atividades agropecuárias, conforme os interesses da economia rural, prestando assistência ao produtor e amparo à propriedade de terra, seja no sentido de garantir-lhes o pleno emprego, seja no de harmonizá-las com o processo de industrialização do país.

A política agrícola procura igualmente garantir o pleno uso da terra e a integração do setor agropecuário com as demais atividades econômicas do país. Para que uma política econômica específica para a agropecuária funcione, é preciso atentar-se a: fornecer assistência e acesso facilitado ao crédito; garantir preços justos, e compatíveis com o mercado, para as *commodities*, independente de seu produtor; auxiliar no progresso técnico às lavouras e à produção; difundir o escoamento da produção e das redes de armazenamento; apoiar as atividades de comercialização; criar programas para a construção de moradias e escolas rurais e facilitar o acesso aos meios de comunicação.

Em tese, uma eficiente política agrícola teria a capacidade de diminuir desigualdades no meio rural, acabar com a pobreza extrema e ajudar a preservar o meio ambiente, melhorando a qualidade dos ecossistemas, dando importância suficiente para as questões de segurança alimentar, gestão dos recursos naturais, adequação e mitigação das mudanças climáticas e, sobretudo, a sustentabilidade ambiental.

Os principais instrumentos de política econômica específicos para estimular o crescimento agropecuário foram analisados por Bacha (2018). Dentre eles, destacam-se as políticas de crédito rural, de seguro rural, de preços mínimos, de pesquisa e extensão

agropecuária, de fomento setorial (caso do café, cana de açúcar e trigo), de produção de insumos e as de regulamentação do uso de recursos naturais.

O crédito rural oficial não é disponível a todas as atividades desenvolvidas no meio rural, sendo ele, essencialmente, concedido a agricultores e a suas cooperativas. Existem diferentes modalidades e programas ou linhas de crédito rural, entre as quais está o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), foco específico desta Tese, o qual é voltado para o pequeno produtor com características específicas definidas na Lei nº 11.326/2006.

Os empréstimos do crédito rural podem ser concedidos via bancos privados ou públicos, bem como por cooperativas de crédito. Esse mecanismo de concessão de crédito à agropecuária apresenta taxas de juros e condições de pagamentos diferenciados, quando comparadas às vigentes no mercado não regulamentado de crédito. As normas do crédito rural são estabelecidas pelo Conselho Monetário Nacional e depois elas são regulamentadas pelo Banco Central, estando detalhadas no Manual do Crédito Rural (MCR).

Dentre outras políticas, no período de 1965 a 1986, o crédito rural foi fortemente subsidiado, a partir de ações fomentadas pelos formuladores de políticas públicas, os quais, com o intuito de estimular a modernização da agropecuária, incentivavam os produtores a comprar e a usar máquinas e insumos industriais nas atividades agropecuárias. No entanto, essa forma de modernizar a agropecuária levou ao aumento da concentração da posse da terra e da renda advinda da agropecuária, visto que a maior parcela dos recursos destinados à agropecuária estava sendo usufruída pelos médios e grandes produtores, que, por sua vez, produziam, basicamente, produtos destinados à exportação.

O pequeno produtor rural acabou sendo marginalizado, no acesso ao crédito rural, principalmente quando, na década de 1990, ocorreu a extinção da Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMBRATER) e o enfraquecimento dos Institutos estaduais de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER). Esse sistema público de extensão rural tinha os pequenos produtores como público-alvo. Sua redução deixou esse segmento sem a devida assistência técnica gratuita, resultando em baixos níveis de produtividade, de renda e, por conseguinte, colaborando para a continuidade da pobreza rural, em certas regiões do país (CASTRO, 2015).

Ao longo das décadas de 1960 a 1980, poucos foram os programas de políticas agrícolas destinados aos pequenos produtores. Houve carência de uma política pública sistemática, intensiva e direcionada ao atendimento das necessidades desse segmento

social. Só em 1996, o governo brasileiro atendeu a parte dessa antiga reivindicação dos movimentos sociais, ao criar um programa específico à agricultura familiar. Nasceu o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), almejando o desenvolvimento rural e a melhoria das condições de vida dos atores representativos desse importante segmento produtor de alimentos.

### **2.3 Contextualização geral do Pronaf**

No início dos anos 1990, o cenário em que os produtores rurais, principalmente os agricultores familiares, se encontravam era de elevado custo de produção e de limitado acesso ao crédito. Hampf (2013) comenta que a sistemática de concessão do crédito rural existente na época era conflituosa com uma distribuição mais equitativa do mesmo e ineficaz, em boa parte, na sua aplicação.

Apesar da importância da agricultura familiar para o desenvolvimento do país, Souza *et al.* (2013) afirmam que, até meados da década de 1990, não existia uma política pública específica com abrangência nacional e voltada ao atendimento das necessidades desse segmento.

Essa política se inicia com a criação do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), em 1996. Este último atendeu a uma antiga reivindicação das organizações dos trabalhadores rurais, os quais demandavam a formulação e a implantação de políticas de desenvolvimento rural específicas para o maior segmento da agricultura brasileira, porém, em grande parte, fragilizado em termos de capacidade técnica e de inserção nos mercados agropecuários. O Pronaf provê crédito para custeio e investimento a produtores individuais elegíveis, bem como para capitalização de cooperativas formadas por produtores pequenos e familiares (MATTEI, 2014).

O Pronaf surgiu como uma alternativa de política pública voltada à promoção da capacidade de produção de populações carentes de recursos. Segundo Abramovay e Piketty (2005), esse programa tem o propósito de concentrar a ação do Estado na agricultura de base familiar, segmento este que não acompanhou, em sua integridade, a mudança tecnológica da agropecuária, nas décadas de 1970 e 1980, em razão da sua descapitalização e das suas dificuldades de acesso ao sistema financeiro, que afligiam parte significativa daquele grupo.

O Pronaf distingue diferentes grupos de agricultores familiares. Conforme explicam Maia e Pinto (2015, p. 184):

Exceto o grupo A, os demais grupos eram definidos de acordo com a renda familiar anual dos produtores. A ideia era reservar uma parte do orçamento para cada grupo de produtores, além de adequar as condições de pagamento à faixa de renda das distintas famílias. Com isso, as famílias mais pobres não precisariam disputar recursos com os agricultores familiares mais capitalizados, tendo portanto maiores chances na obtenção de recursos.

Dentre as principais mudanças ocorridas no Pronaf, no início da sua implementação, vale destacar que, no ano de 1999, o programa passou por reformulações institucionais, deixando de fazer parte do Ministério da Agricultura, no qual ele estava vinculado à então Secretaria de Desenvolvimento Rural, e foi incorporado ao recém-criado Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA). Neste último, segundo Schneider, Cazella e Mattei (2021), o Pronaf ganhou maior força, tanto na esfera pública federal como na sua visibilidade junto à sociedade civil. Houve a criação da Secretaria da Agricultura Familiar (SAF), a qual começou a acolher diversas linhas de ação do Pronaf e demais programas ligados à agricultura familiar brasileira.

Em 2003, foi criada a Secretaria do Desenvolvimento Territorial (SDT), no âmbito do MDA, a qual passou a definir e gerenciar a modalidade do Pronaf infraestrutura e serviços municipais. Esse tipo de financiamento buscava estimular a introdução, o funcionamento, a operacionalização, a modernização da infraestrutura e de serviços públicos municipais indispensáveis ao fortalecimento da agricultura familiar, como, por exemplo, a recuperação de estradas, a eletrificação rural, a construção de galpões e a execução de obras hídricas comunitárias. Dessa forma, esse tipo de financiamento incorporou o conceito do desenvolvimento territorial.

Outra reformulação para atender a antigas reivindicações dos agricultores familiares, no que diz respeito aos juros, foram atendidas na Resolução do Banco Central nº 2.766, de 2000, definindo uma taxa fixa, além da dilatação dos prazos e carências, juntamente com o aumento nos descontos sobre os juros, como detalhadamente citado por Schneider, Cazella e Mattei (2021).

Muitos trabalhos já relataram a evolução do Pronaf, desde sua criação, quer no que se refere ao número de contratos fechados, quer quanto ao volume de recursos liberados. Entre esses estudos, destacam-se: Ferreira, Silveira e Garcia (2001), Mattei (2006), Guanzirolli (2007), Souza, Ney e Ponciano (2011) e Almeida (2012).

Cazella, Mattei e Schneider (2004) relatam que as principais conquistas do Pronaf se resumem: a) na facilidade de diálogo entre os agricultores familiares e o governo; b) no foco territorial por parte das políticas públicas; c) em uma melhor administração da modalidade Pronaf-infraestrutura e serviços municipais; e d) no reconhecimento da agricultura familiar como categoria social. Diante dessas mudanças, o Pronaf passou a ter uma importância decisiva para a agricultura familiar brasileira.

Do ponto de vista operacional, conforme Mattei (2005) e Carvalho e Costa (2020), o Pronaf concentra-se em quatro grandes áreas de atuação, a saber:

1. Financiamento da produção;
2. Financiamento da infraestrutura e serviços municipais;
3. Capacitação e profissionalização dos agricultores familiares;
4. Financiamento da pesquisa e extensão rural.

A modalidade “Financiamento da produção” auxilia com o fornecimento de crédito rural para os agricultores que pretendem investir ou utilizá-lo para cobrir custos relacionados à produção, ou seja, essa modalidade comporta os recursos para custeio e investimentos. A segunda modalidade, também conhecida como Pronaf-infraestrutura, procura contribuir financeiramente com os municípios com grande número de agricultores familiares que necessitam de investimentos em infraestrutura e serviços básicos voltados para esses agricultores. A terceira modalidade, capacitação e profissionalização, atua através de cursos e treinamentos dos agricultores familiares, bem como para os técnicos responsáveis pela implementação de políticas de desenvolvimento rural. Por fim, a quarta modalidade visa gerar e transferir conhecimento para os produtores familiares (IBASE, 2006).

Os recursos alocados a essas modalidades, de acordo com Magalhães *et al.* (2005), se destinam diretamente ao produtor ou à cooperativa responsável, totalizando 90% do total dos recursos, com exceção da modalidade “Financiamento da infraestrutura e serviços municipais”, os quais são designados aos municípios carentes.

Há várias linhas de crédito do Pronaf que diferenciam os agricultores familiares elegíveis, segundo a condição do agricultor (se proprietário, parceiro ou assentado, por exemplo), o tamanho da área da sua propriedade, a intensidade do uso da mão de obra familiar e o valor da sua renda bruta anual. Conforme o Plano Safra 2021/2022, essas linhas se dividem em crédito de custeio, comercialização e de investimento (ver Quadro 1).

Ao longo dos anos de 1996 a 2022, o Pronaf teve mudanças em sua operacionalização, objetivando aumentar sua abrangência, facilitar sua adoção e adequar-se

aos distintos grupos de agricultores presentes no segmento familiar. No entanto, há avaliações distintas de seus resultados, como exposto no próximo subitem.



Quadro 1 - Resumo dos beneficiários, finalidade, limite, taxa de juros, prazo e carência de cada linha do Pronaf, disponíveis no ano agrícola 2021/2022

Modalidade	Linhas	Beneficiários	Finalidade	Limite e taxa de juros	Prazo
Custeio	Pronaf Custeio Grupo A/C	São os agricultores familiares assentados da Reforma Agrária ou beneficiários do Programa Cadastro de Terras e Regularização Fundiária ou beneficiários do Crédito Fundiário.	Financiamento das despesas normais de custeio da produção agrícola e pecuária e da aquisição de animais para recria e engorda, quando se tratar de empreendimento conduzido por produtor rural independente.	Limites de até R\$ 9.000,00 (admite-se a concessão de até 3 operações por mutuário), com juros de 1,5% a.a.	Prazo de até 02 anos para custeio agrícola, observado o ciclo de cada empreendimento e até 01 ano para custeio pecuário.
	Pronaf Custeio	Agricultores familiares enquadrados no Pronaf, exceto os integrantes dos grupos A, B e A/C.	Finalidade similar ao grupo anterior.	Com limite de até R\$ 250.000,00 por mutuário/ano agrícola e taxa de juros de 3,00% a.a.	Se custeio agrícola, o prazo varia de 12 meses a 3 anos, a depender da cultura; se custeio pecuário, o prazo é de 6 meses a 2 anos, a depender do empreendimento.
Comercialização	Pronaf Agroindústria Industrialização	Agricultores familiares (exceto os enquadrados nos grupos A, B e A/C), suas cooperativas e empreendimentos familiares rurais enquadrados no Pronaf.	Financiamento da formação de estoques de insumos, matéria-prima, produto final, serviços de apoio à comercialização, armazenagem e conservação de produtos para venda futura e aquisição de insumos para fornecimento a cooperados.	Os empréstimos desta linha possuem um limite por pessoa física de até R\$ 45.000,00 por mutuário/ano agrícola. Se for empreendimento familiar rural, o limite é de até R\$ 210.000,00. Para cooperativa singular, até R\$ 15.000.000,00 e, para cooperativa Central, até R\$ 30.000.000,00, respeitado nesse grupo o limite individual de até R\$ 45 mil por sócio/participante por ano agrícola. Apresenta taxa de juros de 4,50% a.a.	Prazo de até 2 anos.
Investimentos	Pronaf Reforma Agrária - Planta Brasil (Grupo A)	Abrange agricultores familiares do grupo A (assentados da Reforma Agrária ou beneficiários do Programa Cadastro de Terras e Regularização Fundiária ou beneficiários do Crédito Fundiário).	Financia a implantação, ampliação e modernização de infraestrutura de produção e de serviços agropecuários e não agropecuários no estabelecimento rural ou em áreas comunitárias rurais próximas.	Possui limite de até R\$ 30.000,00 (pode ser elevado até R\$ 31.500,00, quando o projeto prever a remuneração da assistência técnica). Taxa de juros 0,5% a.a.	Prazo de até 10 anos.

	Pronaf grupo B	Beneficiários do Pronaf com renda bruta anual familiar de até R\$ 20 mil.	Destinado a financiar atividades agropecuárias ou não agropecuárias para implantação, ampliação ou modernização da estrutura de produção, beneficiamento, industrialização e de serviço, no estabelecimento rural ou em áreas comunitárias rurais próximas.	Com limite de até R\$ 3.000,00 por operação e taxa de juros de 0,5% a.a.	Prazo de até 02 anos.
	Pronaf Mais Alimentos	Agricultores familiares do Pronaf que não sejam enquadrados nos grupos A, A/C e B.	Esses investimentos são destinados a financiar atividades agropecuárias ou não agropecuárias, para implantação, ampliação ou modernização da estrutura de produção, beneficiamento, industrialização e de serviços, no estabelecimento rural ou em áreas comunitárias rurais próximas.	O limite de crédito desta linha depende da finalidade e dimensão do empreendimento, tais como: suinocultura, fruticultura, avicultura, aquicultura e carcinicultura até R\$ 400.000,00 e demais casos até R\$ 200.000,00, com taxa de juros e carência variadas, a depender do tipo de empreendimento. Taxa de juros varia de 3,0% a 4,5% a.a., a depender do tipo de empreendimento.	Para caminhonetes de carga, quadriciclo e motocicletas adaptadas à atividade rural, prazo de até 5 anos; para aquisição de implementos agrícolas, prazo de até 7 anos; para financiamentos destinados à aquisição de insumos para reprodução dos animais, prazo de até 8 anos; e, para os demais empreendimentos, prazo de até 10 anos.
Investimentos	Pronaf Agroindústria (Investimento)	Agricultores familiares que não sejam enquadrados nos grupos A, B e A/C, suas cooperativas e agricultores familiares rurais enquadrados no Pronaf.	Financiamento de investimentos, inclusive em infraestrutura, que visem o beneficiamento, o processamento e a comercialização da produção agropecuária, de produtos florestais, do extrativismo, de produtos artesanais e da exploração de turismo rural	Limites de até R\$ 200.000,00 por beneficiário/ano agrícola para pessoa física; até R\$ 400.000,00 mil para empreendimento familiar rural e até R\$ 35.000.000,00 milhões para cooperativas. Taxa de juros de 4,5% a.a.	Prazo de até 05 anos para caminhonetes de carga e motocicletas adaptadas à atividade rural. Para os demais itens financiáveis prazo de até 10 anos.
	Pronaf Programas Especiais (Semiárido)	Agricultores familiares do Pronaf.	Financiamento de investimentos em projetos de convivência com o semiárido, focados na sustentabilidade dos agroecossistemas, priorizando projetos de infraestrutura hídrica, e na implantação, ampliação, recuperação ou modernização das demais infraestruturas, inclusive aquelas relacionadas com projetos de produção e serviços agropecuários e não agropecuários, de acordo com a realidade das famílias da região.	Limite de até R\$ 24.000,00 e taxa de juros de 3% a.a.	Prazo de até 10 anos.

	Pronaf Florestal	Agricultores familiares enquadrados no Pronaf	Concede empréstimos a investimentos em sistemas agroflorestais, exploração extrativista ecologicamente sustentável, plano de manejo florestal, recomposição e manutenção de áreas de preservação, recuperação de áreas degradadas e enriquecimento de áreas que já apresentam cobertura florestal.	Limites a depender: se sistemas agroflorestais até R\$ 60.000,00, exceto para os beneficiários enquadrados nos grupos A, A/C e B; demais finalidades, até R\$ 27.500,00, exceto para os beneficiários enquadrados nos grupos A, A/C e B; para os beneficiários dos grupos A, A/C e B, até R\$ 15.000,00. Com taxa de juros de 4% a.a.	Prazo de até 20 anos e até 12 anos de carência, quando destinados exclusivamente a projetos de sistemas agroflorestais; para os demais itens financiáveis, o prazo de carência é 12 anos e 8 anos, respectivamente.
	Pronaf Mulher	Focado em agricultoras familiares enquadradas no Pronaf	Financia investimento em atividades agropecuárias e não agropecuárias de interesse da mulher agricultora.	Os limites são de até R\$ 3.000,00, para os grupos A, A/C e B, e até R\$ 200.000,00, para agricultoras familiares. A taxa de juros depende do tipo de empreendimento: os grupos A, A/C ou B possuem 0,5% a.a.; para os demais empreendimentos e finalidades, varia de 3,0% a 4,5% a.a.	Prazo de até 2 anos para os grupos A, A/C; para os demais agricultores, pode variar de 5 anos até 10 anos, a depender do tipo de empreendimento.
Investimentos	Pronaf Agroecologia	Agricultores familiares enquadrados no Pronaf, exceto os enquadrados nos grupos A, A/C e B.	Investimentos relacionados com projetos específicos de sistemas de base agroecológica ou orgânicos, incluindo os custos relativos à implantação e manutenção do empreendimento.	Limite de até R\$ 200.000,00 e taxa de juros de 3% a.a.	Prazo de até 10 anos.
	Pronaf Programas Especiais (Jovem)	Agricultores familiares enquadrados no Pronaf, mas maiores de 16 anos e com até 29 anos.	Prioriza os investimentos em atividades agropecuárias e não agropecuárias de interesse do(a) jovem agricultor(a).	Limite de até R\$ 20.000,00 e taxa de juros de 3% a.a.	Prazo de até 10 anos.
	Pronaf Cotas-Partes	Destinado às cooperativas de produção agropecuária enquadradas no Pronaf e seus cooperados agricultores familiares.	Com finalidade para aplicação em capital de giro ou saneamento financeiro.	Limite de R\$ 40.000.000,00 e taxa de juros de 4,5% a.a.	Prazo de até 06 anos.

---

Investimentos	Pronaf Bioeconomia	Agricultores familiares enquadrados no Pronaf, exceto os enquadrados nos grupos A, A/C e B.	Para investimento na implantação, utilização e/ou recuperação de tecnologias de energia renovável, tecnologias ambientais, armazenamento hídrico, pequenos aproveitamentos hidroenergéticos, silvicultura, correção de solo e projetos de adequação ambiental.	Limite de R\$ 200.000,00 e taxa de juros de 4,5% a.a., para silvicultura, e 3,00% a.a., para os demais empreendimentos da área.	Prazo de até 12 anos, para a silvicultura, e prazo de até 10 anos, para os demais tipos de empreendimentos.
---------------	-----------------------	--	---	--	--

---

Fonte: Banco Central do Brasil (2022).

## 2.4 Estudos que avaliam os resultados do Pronaf

Desde a sua criação, o Pronaf tem sido objeto de vários estudos, nos quais suas limitações e deficiências, bem como seus possíveis efeitos positivos e negativos sobre a agricultura familiar, vêm sendo abordados. Estudos realizados por Assunção e Chein (2007) e Antunes *et al.* (2013) obtiveram indícios de efeitos positivos do Programa, tais como o aumento da área plantada, elevação do nível de investimento, do uso de tecnologia e da produtividade agrícola, além do aumento do emprego, da renda familiar e da qualidade de vida dos seus contemplados.

Entretanto, o desempenho do Pronaf vem sendo questionado por não levar em conta algumas especificidades do segmento familiar, em especial a diversidade de experiências de produção existente dentro deste segmento, e por tender a reproduzir a lógica do sistema tradicional de financiamento agrícola. Embora enfáticos em afirmar a importância do Pronaf para a agricultura familiar, estudos diversos vêm apontando algumas limitações em sua operacionalização. Dentre elas, destacam-se a desigualdade na distribuição regional dos recursos (MATTEI *et al.*, 2007) e sua concentração entre os agricultores mais capitalizados (SILVA; CORREA; NEDER, 2007).

Guanziroli (2007) selecionou treze pesquisas, efetuadas em diferentes regiões do país, entre 1997 e 2006, e elaborou uma tabela com dados relacionados ao impacto do Pronaf na renda do agricultor. Verificou-se que seis estudos revelaram resultados negativos sobre esse impacto, cinco tiveram resultados positivos e dois identificaram resultados ambíguos.

Buscando identificar o motivo pelo qual o Pronaf produz resultados tão contraditórios ao esperado, Bittencourt (2003) concluiu, com base na aplicação de 4.500 questionários junto a beneficiários do programa, que um dos principais fatores que limita o sucesso do Pronaf é que este está sendo operado por instituições financeiras as quais têm pouco interesse no atendimento do agricultor familiar. Isso corrobora o encontrado por Hampf (2013), para quem o programa, quando executado por tais instituições, não facilita o acesso dos pequenos produtores.

Guanziroli (2007) também atribuiu ao setor bancário parte da dificuldade para a aquisição do crédito por uma parcela dos produtores, pois esse setor tem-se mostrado resistente à ampliação do serviço de atendimento a tal grupo. Ainda segundo o autor, boa parte dos agricultores relatam incapacidade de cumprir com o pagamento dos encargos gerados pelas taxas de juros vigentes no mercado, devido à descapitalização e à baixa produtividade obtida, dificultando mais ainda a aquisição do crédito rural.

Conforme Mattei (2014), uma das principais críticas ao Pronaf concerne à distribuição dos recursos entre as regiões e entre os tipos de agricultores familiares. O autor comprovou que os Estados da Região Sul captam maior volume de recursos, concentrando cerca da metade do volume de crédito do Pronaf, embora representem apenas 18% da área total cultivada pela agricultura familiar, no Brasil, em detrimento de Estados com agricultura familiar mais fragilizada, como a Região Nordeste. Já quanto à desigualdade da distribuição dos financiamentos via Pronaf, entre os agricultores familiares, o citado autor concluiu que os empréstimos através desse programa privilegiam alguns segmentos do setor familiar e excluem outros, particularmente os agricultores assentados pela reforma agrária. Segundo Mattei (2014), há a necessidade de redistribuição dos recursos do Pronaf, a fim de beneficiar os agricultores de renda mais baixa.

Estudo mais recente realizado por Vieira Filho e Fishlow (2017) também questiona a eficiência do Pronaf, no que se refere a sua pretensão em diminuir a pobreza no campo. Com base na Lei nº 11.326, de 24/7/2006, a qual define os critérios para que os agricultores familiares possam ter acesso ao Pronaf, levam-se em consideração a área ou o tamanho da propriedade, a obtenção de renda oriunda da atividade agropecuária, na sua maior parcela, bem como a limitação de contratação de mão de obra que não ultrapasse em número a familiar. Assim, para os citados autores, fica claro que, para ter acesso ao Pronaf, a legislação impõe viés de seleção, visto que, se o agricultor não pode expandir sua área de produção, elevar sua renda via diversificação dos negócios e contratar pessoal, o objetivo da intervenção de reduzir a pobreza e gerar renda poderá não ser alcançado.

Gazolla e Schneider (2013) diagnosticaram que o Pronaf está financiando atividades produtivas habituais de produção de grãos e outras *commodities* dos agricultores, e esse tipo de cultura, como soja e milho, geram pouco valor agregado aos agricultores familiares, devido aos baixos preços recebidos e serem produtos negociados em mercados nos quais os agricultores familiares dependem de outros intermediários. Dessa forma, os autores notaram uma perda de autonomia dos agricultores familiares.

Schneider, Cazella e Mattei (2021) ressaltam algumas distorções que precisariam ser continuamente corrigidas, a fim de que o Pronaf cumpra na íntegra todas as suas finalidades, como é o caso de fatores de natureza estrutural e a elevada concentração de recursos em apenas duas categorias da agricultura familiar (os grupos A e D<sup>3</sup> do Pronaf), fazendo com que o Pronaf seja constantemente revisado e reestruturado.

---

<sup>3</sup> O grupo D do Pronaf existia quando da análise dos autores e que se refere ao início dos anos 2000.

Diferentemente dos trabalhos já realizados até o momento, a presente Tese pretende contribuir ao conhecimento científico ao trazer informações relevantes sobre os impactos do Pronaf sobre a eficiência técnica de seus contemplados, os quais não serão considerados como um único grupo. Os pronafianos são separados em dois grupos (os elegíveis ao Pronaf B e os elegíveis ao Pronaf V), e ainda os compara com os agricultores familiares que não tiveram acesso ao crédito do Pronaf, no ano de referência da pesquisa (2017). Procura-se verificar em que medida os agricultores familiares estão distantes de sua fronteira de estocástica de produção e como o crédito do Pronaf pode explicar essa distância.

### **2.5 Estimativas da fronteira de produção estocástica na agropecuária brasileira**

Há diversos trabalhos que já estimaram a fronteira estocástica de produção, na agropecuária brasileira, inclusive usando dados dos Censos Agropecuários. A seguir, faz-se um resumo dessas pesquisas (Quadro 2).

Os trabalhos que usam os dados do Censo Agropecuário de 2017 ou consideram a totalidade dos agricultores brasileiros ou tomam os agricultores familiares como um único conjunto. O presente trabalho difere dos apresentados no Quadro 2 por estimar, para o ano de 2017, a fronteira estocástica de produção para três categorias de produtores familiares (os elegíveis ao Pronaf B, os elegíveis a outras linhas do Pronaf e os não pronafianos), avaliando as diferenças entre os determinantes da fronteira e da ineficiência técnica desses três grupos.

Quadro 2 - Resumo dos trabalhos recentes que estimaram fronteira de produção estocástica para a agropecuária brasileira.

Autor(es)	Objetivo do trabalho	Área analisada	Período analisado	Dados utilizados	Metodologia empregada	Principais conclusões
Barros, Costa e Sampaio (2004)	Analisar a eficiência das empresas agrícolas do Polo Petrolina/Juazeiro utilizando a Fronteira Paramétrica Translog.	32 Empresas agrícolas do Polo Petrolina/Juazeiro	Ano agrícola de 1998	Fornecidos pela Fundação de Apoio ao Desenvolvimento da Universidade Federal de Pernambuco – FADE	Fronteira Estocástica de Produção (usando a Translog)	A análise comparativa entre os principais perímetros revela que a maior parte das firmas eficientes está localizada nos perímetros de Nilo Coelho e Maniçoba ou são externas aos perímetros.
Lima (2006)	Analisar os níveis de eficiência econômica dos produtores de leite do Estado de Minas Gerais.	11 mesorregiões de Minas Gerais, num total de 614 produtores	Anos agrícolas de 1995/96 a 2001/02.	Dados primários concedidos pela Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais (EMATER-MG)	Função fronteira de produção estocástica (usando a Cobb-Douglas)	A pesquisa indicou que apenas 16,8% dos produtores estudados apresentavam níveis de eficiência econômica que os aproximavam da fronteira de produção.
Souza, Gomes e Gazzola (2010)	Avaliar a eficiência técnica de produção agrícola de 27 Estados brasileiros.	Estados brasileiros	Análises para os anos 1995/96 e 2006	Censos agropecuários (IBGE)	Fronteira estocástica e cálculo de elasticidade (usando a Cobb-Douglas)	A tecnologia empregada na agropecuária brasileira apresentou retornos decrescentes à escala e, aparentemente, há uma diminuição em eficiência nesse intervalo de dez anos, de 12%, em média. Essa perda em eficiência é notada para todas as regiões. O Estado de Santa Catarina tem a maior eficiência técnica em ambos os censos, e Tocantins, a mais baixa.
Paula <i>et al.</i> (2014)	Analisar a eficiência técnica de cafeicultores e verificar como a inclusão de variáveis climáticas poderia alterar a análise.	Regiões Cerrado e Sul de Minas Gerais	Safras de 2010/2011 e 2011/2012	Dados primários fornecidos pelo projeto EDUCAMPO Café (SEBRAE-MG) e dados do Climate Research Unit	Fronteira Estocástica de Produção (usando a Cobb-Douglas)	A eficiência média dos produtores sofreu impacto pequeno das variáveis climáticas. Porém, ao se analisar a eficiência de cada um dos produtores, considerando separadamente as regiões estudadas, foi possível identificar a influência de variáveis ambientais sobre a determinação da eficiência técnica.



Brito (2016)	Compreender os fatores que contribuem para a produção das fazendas leiteiras.	1961 municípios brasileiros	Ano de 2006	Censo Agropecuário (IBGE)	Fronteira estocástica de produção e regressão quantílica (usando Cobb-Douglas e Translog)	Em geral, a produção leiteira apresentou retornos constantes à escala e nível de eficiência em torno de 88%, em média, para as fronteiras estocásticas, e 90%, para as estimativas feitas com regressão quantílica. Percebeu-se, em suma, a necessidade de se intensificar a produção pecuária e de se melhorar a infraestrutura das fazendas.
Araújo e Araújo (2016)	Analisar a produtividade total, a eficiência técnica e a variação tecnológica do valor total da produção agrícola dos municípios cearenses.	136 municípios foram pesquisados nas sete mesorregiões cearenses (Centro-Sul, Jaguaribe, Fortaleza, Noroeste, Norte, Sertões e Sul).	Período de 1970 a 2006	Censos Agropecuários (IBGE)	Índice de produtividade total de Malmquist e modelo de fronteira de produção estocástica (usando Translog)	Verifica-se que o aumento dos investimentos pode contribuir para a redução das ineficiências técnicas na agricultura.
Scherer e Porsse (2017)	Entender e caracterizar melhor o desempenho agrícola das diferentes microrregiões brasileiras e seus potenciais impactos, em termos de desenvolvimento regional.	As estimações foram feitas para as lavouras permanentes e temporárias e separadamente, em escala microrregional.	Ano de 2006	Censo Agropecuário (IBGE)	Fronteira de produção estocástica e análise exploratória de dados espaciais (usando Translog)	Os resultados da equação de produção indicam que a relação entre eficiência e especialização é positiva, nas lavouras permanentes, e negativa, nas lavouras temporárias. A análise espacial aplicada à lavoura permanente identificou <i>clusters</i> de alta eficiência, nas Regiões Nordeste e Sul, e um núcleo de baixa eficiência, na região Norte. Para as lavouras temporárias, destacam-se poucos <i>clusters</i> de alta eficiência, situados nas Regiões Nordeste e Sudeste, e áreas extensas de baixa eficiência, situadas predominantemente no Nordeste e Norte do Brasil.
Barbosa <i>et al.</i> (2018)	Mensurar a eficiência alocativa em 62 propriedades que cultivam frutas no perímetro irrigado Nilo Coelho, em Petrolina, no Estado de Pernambuco.	Perímetro Irrigado Senador Nilo Coelho em Petrolina-PE.	Ano agrícola de 2014 ( <i>cross-section</i> )	Dados primários coletados por membros do Programa de Pós-Graduação em Economia (PPGECON) da Universidade Federal de Pernambuco – em parceria com a Embrapa.	Método paramétrico de fronteira estocástica com ineficiência técnica (usando Cobb-Douglas).	No geral, conclui-se que os produtores do perímetro em análise alocam seus fatores de produção de forma ineficiente.

Reis, Moreira e Vilpoux (2018)	Avaliar os ganhos de produtividade através da melhoria da eficiência técnica dos assentados do MS.	429 estabelecimentos rurais do Mato Grosso do Sul.	Período de 2009 a 2010	Dados primários sobre os estabelecimentos rurais da Reforma Agrária.	Fronteira Estocástica de Produção e regressão <i>Two-Limit Tobit</i> (usando Cobb-Douglas).	A análise revela que a média do escore da eficiência técnica é igual a 54,5%, o que sugere grande margem para ganhos de produtividade nos estabelecimentos, por meio da melhor utilização dos recursos disponíveis.
Souza, Gomes e Alves (2020)	Propor um modelo de produção para a agropecuária brasileira.	Estabelecimentos rurais do Brasil.	Ano de 2017	Microdados do Censo Agropecuário (IBGE)	Método paramétrico de fronteira estocástica (usando Cobb-Douglas).	Ser associado a cooperativas, obter financiamento e possuir renda líquida positiva afetam positivamente a eficiência de produção.
Ramos e Vieira Filho (2021a)	Avaliar qual o impacto institucional da presença do cooperativismo e do associativismo na produção agropecuária familiar no Brasil.	Estabelecimentos familiares do Brasil.	Ano de 2017	Censo Agropecuário (IBGE)	Estimou-se a fronteira estocástica espacial local, mensurando as fontes de eficiência técnica (usando Cobb-Douglas).	Concluíram que a presença institucional dos agricultores familiares cooperados e associados tem efeito positivo no VBP e no desenvolvimento local.
Luna et al. (2021)	Analisar os fatores de produção, quanto à eficiência técnica e a heterogeneidade tecnológica da agropecuária.	115 municípios cearenses.	Ano de 2017	Censo Agropecuário (IBGE)	Método paramétrico de fronteira estocástica com ineficiência técnica (usando Cobb-Douglas).	Os municípios cearenses apresentaram baixa eficiência técnica e alta heterogeneidade tecnológica. As variáveis tecnologia, trabalho e capital se destacaram aumentando a produção, enquanto a adoção de tecnologias de irrigação atuou diminuindo a ineficiência técnica.
Souza, Gomes e Gazzola (2021)	Estudar a presença da agricultura e/ou pecuária orgânica na renda bruta dos estabelecimentos agropecuários.	36.656 estabelecimentos que praticaram agricultura e/ou pecuária orgânica.	Ano de 2017	Censo Agropecuário (IBGE)	Método paramétrico de fronteira estocástica com ineficiência técnica (usando Cobb-Douglas).	Produtores orgânicos que acessam algum tipo de crédito, são associados às cooperativas e recebem assistência técnica tendem a promover melhorias na renda.

Fonte: Elaborado pela autora.



### 3 METODOLOGIA E BASE DE DADOS

Esta Tese adota três metodologias complementares entre si, para atingir seus objetivos. Inicialmente, faz-se a análise de dados dos Censos Agropecuários de 2006 e 2017 (no Capítulo 4), organizados em tabelas, a fim de mensurar a evolução recente da agricultura familiar, no Brasil, e sua heterogeneidade interna. Os modelos econométricos (e os testes realizados para validá-los) para estimar a fronteira estocástica de produção e o PSM são expostos no subitem 3.1. No subitem 3.2, são descritas as variáveis utilizadas para estimar esses modelos. Alerta-se, no entanto, que tais modelos econométricos só puderam ser estimados para o ano de 2017.

#### 3.1 Métodos econométricos de análise

Dois métodos econométricos serão utilizados nesta Tese: (1<sup>o</sup>) o que permite estimar a Fronteira Estocástica de Produção; (2<sup>o</sup>) o que permite estimar o *Propensity Score Matching* (PSM). Por meio do primeiro método será possível verificar em que medida os agricultores estão distantes de sua fronteira de eficiência técnica e como o crédito do Pronaf pode explicar essa distância. Para tanto, serão estimadas e comparadas as Fronteiras de Produção e as Ineficiências para três grupos de produtores familiares: os elegíveis ao Pronaf B, os elegíveis ao Pronaf V e os não pronafianos. As variáveis empregadas na estimação da fronteira estocástica para a obtenção dos escores de eficiência técnica serão as utilizadas comumente na literatura sobre função de produção. Em seguida, fazendo uso dos escores de eficiência técnica obtidos, será mensurado o efeito do crédito rural sobre a eficiência técnica dos estabelecimentos representativos de agricultura familiar do Brasil, a partir do *Propensity Score Matching* (PSM). Esse cálculo será capaz de apontar se houve, em termos estatísticos, um efeito significativo do crédito sobre a produtividade dos grupos tratados.

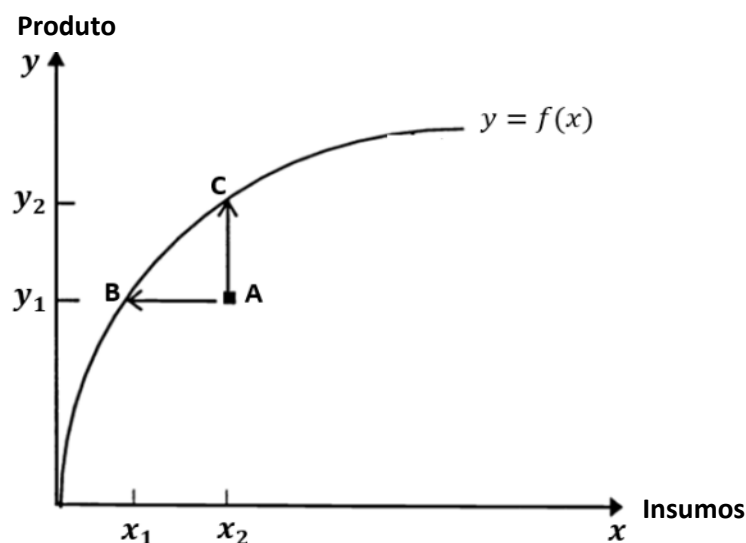
As estimativas quanto à avaliação de impacto do crédito rural do Pronaf pelo método *Propensity Score Matching* (PSM) devem incluir um conjunto de covariáveis que assegurem, de forma crível, a satisfação da hipótese de identificação do parâmetro de interesse. Assim, pretende-se incluir covariáveis que influenciem simultaneamente a probabilidade de participação no grupo de tratamento e a variável de resultado (no caso, o escore de eficiência técnica). Adicionalmente, será investigada a robustez das estimativas, através da Análise de Sensibilidade proposta por Rosenbaum e Rubin (1983), permitindo identificar se fatores não observados têm efeitos nas estimativas obtidas do financiamento rural. Esses dois métodos econométricos serão apresentados a seguir:

### 3.1.1 Modelo geral de fronteira estocástica de produção

O comportamento do produtor quanto à eficiência de sua produção nem sempre é notado, empiricamente. Por isso, para essa situação específica de produção, a análise deve ser feita com base na fronteira de produção, a qual mostra o máximo de produto que pode ser alcançado, dados os insumos e a tecnologia adotada. A eficiência técnica é determinada conforme o posicionamento do produtor, na fronteira, de maneira que os produtores localizados ao longo da fronteira são tidos como tecnicamente eficientes, ao passo que os situados abaixo da mesma são considerados ineficientes (KUMBHAKAR; LOVELL, 2000).

O exemplo oferecido por Kumbhakar e Lovell (2000) – ver Figura 1 – mostra que o produtor localizado no ponto A faz uso da quantidade de insumo  $X_2$  e, com isso, obtém o produto  $Y_1$ . Por estar abaixo da fronteira de produção ( $y=f(x)$ ), esse produtor é visto como tecnicamente ineficiente, e essa ineficiência é medida pela relação entre a quantidade máxima produzida, a partir da quantidade de insumo utilizado para tal produção. Com a mesma quantidade de insumo ( $X_2$ ), o produtor A poderia produzir mais, alcançando  $Y_2$  e, com isso, passaria do ponto A para o ponto C, o qual está ao longo da fronteira. Ademais, essa mesma eficiência técnica seria alcançada, se o produtor reduzisse a quantidade de insumo de  $X_2$  para  $X_1$  e continuasse a produzir  $Y_1$ , deslocando-se do ponto A para o ponto B, este último está ao longo da fronteira de produção. Os produtores B e C são tecnicamente eficientes, mas não o produtor A.

Figura 1. Conjunto de possibilidades de produção e fronteira de produção  $y=f(x)$



Fonte: Adaptado de Kumbhakar e Lovell (2000).

Destacam-se, na literatura econômica voltada à mensuração da eficiência, dois tipos principais de abordagens: a paramétrica e a não paramétrica.<sup>4</sup> A principal técnica empregada na abordagem paramétrica é a análise econométrica (podendo ser estocástica ou determinista). Esta última incorpora um termo de erro estatístico e impõe uma forma funcional à função de produção a ser estimada, sendo que a função fronteira de produção tem sido amplamente adotada em estudos relacionados à agropecuária (como ressaltado no item 2.5 do Capítulo 2). Os dados usados em sua estimativa podem ser provenientes de séries de tempo, dados de corte (*cross-section*) ou pela combinação entre dados de série temporal e dados de corte.

Entre os primeiros estudos que estimaram a fronteira de produção através da análise paramétrica, podem ser mencionados os de Aigner e Chu (1968), Timmer (1971), Battese e Corra (1977) e Meeusen e Broeck (1977). Essa metodologia é dividida em dois grupos: os modelos com fronteiras determinísticas e os modelos com fronteira estocástica.

Os dois tipos de fronteira se diferenciam de forma simples, na suposição em relação ao componente de erro. O método de fronteira determinística sugere que todos os desvios estão relacionados à ineficiência técnica, a qual ocorre devido a fatores endógenos à firma, possuindo distribuição unilateral não simétrica. Já a fronteira estocástica inclui, na fronteira determinística, um erro aleatório simétrico, que é explicado por fatores exógenos à firma (como, por exemplo, estiagens e/ou mudanças no clima). A fronteira estocástica é caracterizada pelo termo de erro composto (unilateral e simétrico). Alguns trabalhos recentes, tais como os de Barbosa *et al.* (2018) e Almeida (2012), preferem usar abordagem paramétrica estocástica, por ser menos sensível aos *outliers*, tão comuns nos dados agropecuários; além disso, com esse método, é possível obter estimativas das elasticidades de produção.

De uma forma geral, Barbosa *et al.* (2018) ressaltam que o modelo de fronteira de produção estocástica supera as limitações das fronteiras determinísticas, as quais não incorporam a presença de choques aleatórios, de maneira que as firmas controlam todos os seus resíduos sobre a ineficiência técnica. Nesse caso, conforme Coelli *et al.* (2005), a fronteira estocástica é mais apropriada para avaliar a eficiência técnica, na agropecuária, em razão dos erros aleatórios causados pelas intempéries climáticas e pelas pragas e doenças que acometem o setor, de forma significativa, pois esses fatores estão incluídos no termo de erro

---

<sup>4</sup> Como não é pretensão deste trabalho analisar a abordagem não paramétrica, recomenda-se consultar Gomes e Batista (2004), Santos, Vieira, Baptista (2011) e Pereira Filho (2020), para se obter as informações referentes a essas técnicas de mensuração da eficiência para o meio rural.

aleatório. Aigner, Lovell e Schmidt (1977) e Meeusen e Broeck (1977) apresentaram os primeiros estudos com componente de erro composto.

Para a estimativa da fronteira estocástica, utilizam-se modelos que admitem a divisão do termo de erro em duas partes: a primeira mede a ineficiência técnica da firma (no caso desta Tese, estabelecimentos agropecuários), a qual é controlada por fatores endógenos; a segunda mensura os erros aleatórios, exógenos à firma (por exemplo, excesso de chuvas, estiagens, mudança na legislação, greve de trabalhadores, entre outros). Nesse caso, a função de produção a ser usada será:

$$y_i = f(x_k; \beta_k) \cdot e^{(v_i - u_i)}, i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

sendo que  $y_i$  representa o vetor de produto obtido pelo  $i$ -ésimo estabelecimento;  $x_k$  é o vetor de insumos;  $\beta_k$  representa o vetor de parâmetros a ser estimado ( de ordem  $k \times 1$ ), associados às variáveis independentes. Já  $v_i$  e  $u_i$  são os termos de erro, sendo:  $v_i$  os choques aleatórios, fora do controle das firmas, que se distribui normalmente com média zero e variância  $\sigma_v^2$ , sendo independente e identicamente distribuído; e  $u_i$  representa a diferença entre o produto observado e o produto na fronteira, ou seja, a ineficiência técnica, assumindo ser uma variável aleatória não negativa, truncada em zero e com distribuição  $N(\mu, \sigma_v^2)$  (LIMA; ALMEIDA, 2014; AIGNER; LOVELL; SCHMIDT, 1977). A eficiência técnica desse modelo é obtida do mesmo modo que na fronteira determinista, ou seja, pela razão entre a produção observada e a produção correspondente à fronteira de produção para o mesmo nível usado de insumos.

A estimação da fronteira de produção pode ser feita por meio de dois métodos clássicos: por Máxima Verossimilhança ou por Mínimos Quadrados Corrigidos (*Corrected Ordinary Least Square*, COLS). No entanto, o uso desse segundo método impossibilita calcular o desvio-padrão da distribuição *half-normal*,  $\sigma_u$ , bem como o cálculo do desvio-padrão da distribuição do ruído,  $\sigma_v$ . Por essas razões, os coeficientes são estimados pelo método de Máxima Verossimilhança. Dessa forma, opta-se pela distribuição *half-normal*, porque a maioria dos trabalhos empíricos aplicados à agropecuária utilizou essa distribuição, como sugerida por Aigner, Lovell e Schmidt (1977). Greene (1997) afirma que as distribuições normal e *half-normal* têm sido empregadas com frequência, nos estudos empíricos. E, ainda, conforme Greene (1997), a Máxima Verossimilhança é o mais eficiente entre os métodos citados. A função distribuição do erro composto é dada por:

$$f(\varepsilon_i) = \frac{\sqrt{2}}{\sigma_u} \sqrt{\pi} [1 - F(\varepsilon_i \lambda \sigma^{-1})] \exp\left(\frac{-\varepsilon_i^2}{2\sigma^2}\right) \quad (2)$$

sendo que  $\sigma^2 = \sigma_u^2 + \sigma_v^2$ ,  $\lambda = \sigma_u/\sigma_v$  e  $F(*)$  é uma função distribuição acumulada da normal padrão. Por conseguinte, a função logarítmica de máxima verossimilhança será:

$$\ln L(y/\beta, \lambda, \sigma^2) = N \ln \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{\pi}} + N \ln \sigma^{-1} + \sum_{i=1}^N \ln [1 - F(\varepsilon_i \lambda \sigma^{-1})] - \frac{1}{2\sigma^2} \sum_{i=1}^N \varepsilon_i^2 \quad (3)$$

Usa-se o método de separação do termo de erro, no modelo de fronteira estocástica, proposto por Jondrow *et al.* (1982), considerando-se o valor da esperança de  $u_i$  condicionada a  $\varepsilon_i$ , em que  $v_i$  se distribui normalmente e  $u_i$  tem distribuição *half-normal*, ou seja:

$$E(u_i/\varepsilon_i) = \mu_* + \sigma_* \frac{f(-\mu_*/\sigma_*)}{1-F(-\mu_*/\sigma_*)} \quad (4)$$

em que  $f$  e  $F$  são, respectivamente, a função densidade e sua função distribuição acumulada da normal padronizada sendo  $-\mu_*/\sigma_* = \varepsilon \lambda / \sigma$ ,  $\sigma^2 = \sigma_u^2 + \sigma_v^2$ ,  $\sigma_*^2 = \sigma_u^2 \sigma_v^2 / \sigma^2$  e  $\lambda = \sigma_u / \sigma_v$ .

Desse modo, obtêm-se os valores da distribuição de  $u_i$ , toma-se o exponencial,  $\exp(-E(u_i/\varepsilon_i))$ , estimando-se a eficiência técnica de cada propriedade agrícola. Essa eficiência está situada no intervalo  $[0,1]$ , com 0 implicando total ineficiência e 1, eficiência máxima.

A estimação do modelo de fronteira estocástica necessita que seja definida uma forma funcional para a estimação. Conforme será exposto no subtópico 3.2.1.3, optou-se pelo uso da função Cobb-Douglas.

A função Cobb-Douglas pode ser apresentada da seguinte maneira:

$$\ln Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i \ln X_i + \varepsilon_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

em que  $\ln Y$  é o logaritmo da quantidade produzida,  $\beta_0$  representa o intercepto,  $\beta_i$  denota a elasticidade produto para o  $i$ -ésimo insumo e o termo  $X_i$  corresponde aos fatores de produção. De maneira geral, a função de produção exhibe retornos constantes de escala, se  $\sum_{i=1}^n \beta_i = 1$ ; se  $\sum_{i=1}^n \beta_i < 1$ , a função de produção apresenta retornos decrescentes de escala; e se  $\sum_{i=1}^n \beta_i > 1$  a função de produção revela retornos crescentes de escala. Tem-se  $\varepsilon_i = v_i - u_i$ ,



sendo que  $v_i$  é o distúbio aleatório, tem distribuição normal (iid), truncada com média zero e variância  $\sigma_v^2$ , captando os efeitos estocásticos os quais não são controlados no processo produtivo; e  $u_i$  é o resíduo que capta a ineficiência técnica da produção obtida no processo produtivo, tendo distribuição normal truncada com média,  $\delta z_i$  e variância,  $\sigma_u^2$ .

Como observado na equação (5), foi levado em consideração o termo de ineficiência técnica, pois, segundo Kumbhakar, Ghosh e McGuckin (1991) e Reifschneider e Stevenson (1991), na estimação da fronteira de produção, é importante que, além de se estimar os níveis de eficiência dos estabelecimentos, sejam conhecidos os fatores que podem explicar a ineficiência. Nesse sentido, foi incorporado um vetor que representa o termo de erro relacionado à ineficiência técnica ( $\mu_i$ ), para estimar os efeitos exógenos. Desse modo, a equação estimada para identificar os impactos dessas variáveis no desempenho produtivo é definida por:

$$\mu_i = \alpha_0 + \alpha_1 Z_i \quad (6)$$

em que  $\mu_i$  expressa a ineficiência técnica das unidades produtivas e  $Z_i$  representa o vetor de variáveis exógenas que explicam a ineficiência da unidade produtiva.

### 3.1.1.1 Considerações sobre a função de produção e as implicações de estimá-la

A função de produção pode ser definida como a relação que indica a quantidade máxima que se pode obter de um produto, em determinado momento, a partir das quantidades físicas entre os variados fatores de produção e mediante a escolha do processo tecnológico mais adequado. Geralmente, a função e fronteira de produção são estimadas com base em dados desagregados em nível do produtor, a fim de averiguar a eficiência técnica dos produtores. Todavia, segundo Coelli *et al.* (2005), estas também podem ser estimadas, usando-se dados agregados. Para Hoffmann, Jamas e Kassouf (1990), as funções estimadas com dados agregados são chamadas de metafronteira de produção ou metafunção, apesar dessa nomenclatura não ser amplamente usada entre os pesquisadores da área.

Levando-se em conta uma firma que produz um único produto com base em vários insumos, pode-se representar a tecnologia de produção dessa firma pela seguinte função de produção:  $q = f(x)$ . Descrita na forma mais ampla, essa função exprime as alternativas de transformação dos insumos em produto. Nesse caso,  $x$  se refere a um vetor de insumos e  $q$  ao produto final produzido por essa firma.

Essa função de produção apresenta as seguintes características, de acordo com Chambers (1988):

- a. Não negatividade: o valor de  $f(x)$  é um número real, finito e não negativo;
- b. Essencialidade fraca: o alcance de qualquer nível de produção só é possível por meio do uso de no mínimo 1 (um) fator de produção;
- c. Não decrescente em  $x$  (ou monotonicidade): segundo essa propriedade, tem-se que: se  $x_0 \geq x_1$ , então  $f(x_0) \geq f(x_1)$ . Nesse caso, se a função de produção for diferenciável em todos os pontos, a monotonicidade implica que todos os produtos marginais são não negativos. De maneira menos formal, unidade adicional de um fator de produção não diminui a quantidade produzida do produto.
- d. Côncava em  $x$ : formalmente, tem-se que  $f(\theta x_0 + (1 - \theta)x_1) \geq \theta f(x_0) + (1 - \theta)f(x_1)$  para qualquer  $0 \leq \theta \leq 1$ . Se a função de produção for continuamente diferenciável, a condição de concavidade significa que todos os produtos marginais são não crescentes (lei da produtividade marginal decrescente). Isso quer dizer que qualquer ajuste linear dos vetores  $x_0$  e  $x_1$  produzirá uma quantidade de produto que não é menor do que a mesma combinação linear de  $f(x_0)$  e  $f(x_1)$ .

Essas características não são universalmente mantidas e nem são exaustivas (COELLI *et al.*, 2005). Isso quer dizer que, por exemplo, a propriedade da essencialidade fraca é usualmente substituída por uma suposição forte em situações na qual é necessária a utilização de muitos insumos, no processo produtivo. A monotonicidade é relaxada em situações em que há uma utilização exagerada de algum insumo, o que ocasiona a congestão de insumos.

Em consequência da agregação dos dados (por exemplo, grupo de produtores em nível municipal, caso desta Tese), a estimativa da fronteira de produção pode apresentar algumas restrições em relação à análise de algumas informações que seriam importantes para o estudo, pois se perde, naturalmente, o desempenho dos estabelecimentos familiares, de forma individual, exigindo analisar o grupo como uma unidade produtiva. Devido a essa agregação, a conduta de uma minoria de produtores ineficientes (ou eficientes) pode ser mascarada pelo comportamento da maioria de produtores eficientes (ou ineficientes).

Além disso, vale ressaltar que, fazendo uso de dados agregados, não é possível realizar análise por culturas, de sorte que, no presente estudo, se tem um “mix” de atividades agropecuárias empregando dada combinação de insumos, no processo produtivo.

Em contrapartida, a análise de dados agregados permite observar se esses grupos de produtores estudados conseguem, com seu “mix” de produtos e insumos, ser eficientes, ainda que alguns indivíduos não o sejam, o que possibilita diagnosticar grupos de produtores que

precisam de maior atenção de políticas públicas. Essas não podem ser individualizadas, mas sim direcionadas a grupos de pessoas ou empresas.

### **3.1.1.2 Especificação do modelo de fronteira estocástica de produção utilizado na Tese**

Na presente Tese, a estimativa da fronteira de produção será feita a partir dos dados dos produtores agropecuários representativos, que é medida dos produtores em cada município do Brasil. Essa análise será realizada considerando-se três grupos principais de interesse, quais sejam: *i*) Pronaf B: estabelecimentos representativos e elegíveis ao Pronaf B com renda bruta familiar anual de até R\$ 20 mil; *ii*) Pronaf V: estabelecimentos representativos e elegíveis a outras linhas do Pronaf com renda bruta familiar anual superior a R\$ 20 mil até o limite de R\$ 360 mil; e *iii*) Não pronafianos: estabelecimentos representativos classificados como os que não obtiveram crédito proveniente do Pronaf, com renda bruta familiar anual maior que R\$ 360 mil, como classificado por Del Grossi *et al.* (2019). No Brasil, aproximadamente 15,4% do total de estabelecimentos da agricultura familiar declararam ter obtido algum tipo de financiamento; destes, 289.418 estabelecimentos foram referentes ao Pronaf B, 298.945 estabelecimentos foram contemplados pelo Pronaf V e apenas 12,8 mil não obtiveram crédito do Pronaf (Tabela 4).

Após a separação dos dados municipais do Censo Agropecuário (2017), por grupos<sup>5</sup>, foi necessário executar uma busca por valores nulos ou ausentes referentes ao quantitativo de terra, despesa com insumos, trabalho e capital, que pode ser resultado de erro na coleta e/ou tabulação dos dados, ou pela inexistência da informação. Uma vez identificada a ausência de valores, nessas variáveis, os municípios foram excluídos, como também foi o caso das capitais dos Estados do Brasil. Assim, a amostra final foi composta por 3.410 estabelecimentos representativos do Pronaf B, 3.296 estabelecimentos representativos do Pronaf V e 1.307 estabelecimentos não pronafianos.

As funções de fronteira estocástica de produção, para as unidades representativas, foram estimadas através do método da Máxima Verossimilhança, sendo esta a primeira etapa para obtenção do nível de eficiência dos estabelecimentos. É importante lembrar que, como todas as variáveis foram transformadas em logaritmo natural, o coeficiente estimado concerne às elasticidades dos fatores, as quais devem ser interpretadas em termos percentuais. O

---

<sup>5</sup> Segundo a nota 4, presente da tabela referente ao Pronaf, no Censo Agropecuário de 2006, “[a] categoria Não pronafiano inclui os estabelecimentos com agricultura não familiar e familiar não pronafiano”, devido a isso não foi possível realizar esta pesquisa para o Censo Agropecuário de 2006.

modelo empírico básico da função fronteira de produção foi estimado para cada grupo, separadamente (Pronaf B, Pronaf V e Não Pronafiano), conforme descrito pela eq. (7):

$$\ln Y_i = \beta_0 + \beta_1(\ln A_i) + \beta_2(\ln K_i) + \beta_3(\ln L_i) + \beta_4(\ln D_i) + v_i - u_i. \quad (7)$$

em que:

$Y_i$  = valor bruto da produção, refere-se à soma do valor da produção vegetal e animal (excluindo-se o valor gerado pela agroindústria) do estabelecimento representativo  $i$  da agricultura familiar;

$A_i$  = é a área total do estabelecimento agropecuário;

$K_i$  = representa o número de tratores, implementos e máquinas existentes nos estabelecimentos agropecuários;

$L_i$  = Pessoal ocupado nos estabelecimentos agropecuários;

$D_i$  = é a despesa com insumos, ou seja, valor das despesas realizadas pelos estabelecimentos agropecuários, representado pela soma dos gastos com adubos, corretivos, agrotóxicos, sementes, mudas, medicamentos para animais, sal e rações e outros suplementos;

$v_i$  e  $u_i$  = representam os componentes distintos do erro, em que  $v_i$  representa o termo do erro e  $u_i$  se refere à ineficiência técnica.

A equação de ineficiência,  $u_i$ , assume o seguinte formato:

$$u_i = \beta_5 + \beta_6(\ln C_i) + \beta_7(\ln P_i) + \beta_8(\ln T_i) \quad (8)$$

Considerando a disponibilidade de informações nos Censos Agropecuários e a literatura vista no Quadro 2, assume-se os seguintes fatores que explicarão a ineficiência técnica:

$C_i$  = número de estabelecimentos agropecuários associados a cooperativas.

$P_i$  = número de estabelecimentos agropecuários que realizam boas práticas agrícolas.

$T_i$  = número de estabelecimentos agropecuários que declararam ter recebido orientação técnica.

Por representar o desvio para baixo, com relação à fronteira de produção,  $u_i$  é antecedido pelo sinal negativo, no entanto, ele é um parâmetro cujo valor é não negativo. Por isso, a obtenção de coeficientes negativos em variáveis explicativas para o termo de

ineficiência deve ser interpretada sob o quanto essa variável reduz a ineficiência e, caso contrário, o quanto a variável leva a um aumento da ineficiência do estabelecimento.

De modo geral, as variáveis adotadas nas estimativas das equações (7) e (8) são coincidentes com as utilizadas nos recentes trabalhos de Barbosa *et al.* (2018), Reis, Moreira e Vilpoux (2018), Freitas, Silva e Teixeira (2020), Ramos e Vieira Filho (2021b).

*A priori*, espera-se, de modo geral, encontrar uma relação positiva entre as variáveis explicativas e o valor bruto da produção ( $Y_i$ ), indicando haver uma relação diretamente proporcional entre o aumento dos fatores de produção e o aumento do valor da produção agropecuária dos estabelecimentos da agricultura familiar. Contudo, não se descarta a possibilidade de encontrar algum sinal negativo para alguns coeficientes, principalmente com relação à variável terra, sugerindo que o valor da produção será elevado com a redução da área. Isso é possível em decorrência dos ganhos de produtividade da terra. Quanto à variável trabalho, espera-se que o sinal do coeficiente a ela vinculado seja positivo, em ambas as fronteiras de produção dos pronafianos, apontando o quão importante é a força de trabalho na elevação da produção familiar.

A expectativa *a priori* dos sinais dos coeficientes associados às variáveis capital e despesas com insumos industriais é de relação diretamente proporcional com  $Y_i$ , ou seja, a elevação do valor dos bens de capital e a expansão dos gastos com os adubos, corretivos do solo, sementes e outras despesas geram aumento do valor da produção agropecuária.

Em relação às variáveis que explicam a ineficiência do modelo, equação (8), espera-se que o coeficiente da variável que reflete que os agricultores familiares elegíveis a serem pronafianos declararam terem recebido orientação técnica seja negativo, assim como obtido por Freitas, Silva e Teixeira (2020), visto que a orientação prestada pelo extensionista permite um uso mais eficiente do montante financeiro obtido via programas de crédito, elevando, indiretamente, o próprio retorno financeiro no desempenho da atividade agropecuária e, conseqüentemente, diminuindo a ineficiência técnica. Segundo Galawat e Yabe (2012), os agricultores que aderiram a associações ou cooperativas alcançaram maiores lucros. De fato, os agricultores familiares associados a cooperativas encontram maiores oportunidades de mercado, além de acesso à informação, tecnologia e serviços de extensão rural, contribuindo para elevação do desempenho produtivo.

Do mesmo modo, espera-se uma relação negativa entre cooperativa e a ineficiência técnica, conforme obtida por Brito (2016), refletindo que os estabelecimentos representativos que buscam diferenciar seus produtos através das cooperativas, agregando valor a estes,

elevam não apenas as receitas e os lucros auferidos, mas também melhoram os níveis de eficiência técnica.

Por fim, as boas práticas agrícolas - tais como plantio em nível, rotação de culturas, pousio ou descanso de solos, proteção e conservação de encostas, recuperação de mata ciliar, reflorestamento para proteção de nascentes, estabilização de voçorocas e manejo florestal, aliadas à tecnologia - têm garantido atividades agrícolas cada mais sustentáveis, fato constatado por Santos (2019). Nesse sentido, também se espera um sinal negativo, demonstrando aquelas estarem associadas a uma redução da ineficiência técnica dos estabelecimentos representativos analisados.

Após estimada a fronteira de produção, é possível obter a medida de eficiência técnica. Para tanto, executa-se o procedimento de Jondrow *et al.* (1982), na separação dos desvios da fronteira em seus componentes aleatórios e de ineficiência. Logo, os escores de eficiência técnica do *i-ésimo* estabelecimento representativo, também conhecida como produção de fronteira, no qual foram utilizados como *outcomes* no pareamento por escore de propensão (PSM), podem ser expressos como a razão entre a produção observada do estabelecimento representativo e sua produção potencial, dada a tecnologia disponível, representada por:

$$ET_i = \frac{Y}{Y^*} = \frac{e^{(x_i\beta + v_i - u_i)}}{e^{(x_i\beta + v_i)}} = e^{-u_i} \quad (9)$$

em que o escore de eficiência técnica, representando por ET, varia entre zero e um ( $0 \leq ET_i \leq 1$ ), sendo que o valor zero retrata a plena ineficiência e o valor 1, a eficiência total.

### 3.1.1.3 A função de produção Cobb-Douglas

Apesar de existirem outras formas funcionais que podem ser adotadas<sup>6</sup> para estimar a função de produção, diversos trabalhos aplicados à agropecuária<sup>7</sup> mostram que a função de Cobb-Douglas se ajusta muito bem a explicar a dinâmica dessa atividade e, por isso, tal tipo de função tem sido muitas vezes escolhido para o cálculo da eficiência técnica. De acordo com Hanley e Spash (1993), a forma linear da função de Cobb-Douglas é preferível às demais formas, principalmente, se a função apresentar três ou mais variáveis independentes no modelo de fronteira, por incorrer em menor perda de graus de liberdade.

<sup>6</sup> Além da Cobb-Douglas, existem várias formas funcionais, tais como: Translog, CES, quadrática, entre outras.

<sup>7</sup> Para mais detalhes ver Quadro 2.

Tradicionalmente, nesse setor, para a estimação da função de produção, os autores consideram que a quantidade produzida pelo *i-ésimo* produtor é determinada pelos seguintes fatores de produção: terra, capital e trabalho, e a constante é interpretada como o nível tecnológico prevalente. Isto é assumido na equação (7).

Muitas são as variáveis escolhidas para explicar a ineficiência técnica, dentre as quais se pode destacar: anos de estudo do produtor, anos em que o produtor exerce a atividade agropecuária, quantidade de visitas técnicas recebidas na propriedade, emprego da mão de obra familiar, prática de queimada e rotação de culturas (consideradas separadamente), uso de irrigação de pastagens, total de funcionários, presença de mulheres na administração do estabelecimento, capacidade de armazenamento, recebimento de orientação técnica e número de máquinas nos estabelecimentos. Com exceção das características pessoais do produtor (idade, sexo e ano de atividade) as demais são captadas na equação (8).

Adicionalmente, a escolha pela aplicação desse tipo de função (a Cobb-Douglas), no presente trabalho, se dá pelas mais variadas características que favorecem o uso da Cobb-Douglas, tais como as citadas por Heady e Dillon (1961), Chambers (1988) e Silva (1996), que são:

1. Por ser menos susceptível aos problemas de multicolinearidade em sua estimativa;
2. Devido ao fato de ser linear nos parâmetros, a forma logarítmica da função se evidencia com simplicidade, na estimativa dos parâmetros;
3. Os coeficientes obtidos na regressão permitem a análise das elasticidades de produção, além da comparação entre si, por serem independentes das quantidades de fatores e de produto;
4. A característica de homogeneidade da função possibilita obter a natureza dos rendimentos à escala, apenas somando os coeficientes da regressão;
5. Apresenta um maior número de graus de liberdade para os testes estatísticos, por possuir um pequeno número de parâmetros a serem estimados (quando comparado à forma funcional Translog, por exemplo);
6. A obtenção da produtividade marginal dos fatores no ponto médio pode ser obtida simplesmente multiplicando o coeficiente de elasticidade (coeficiente da regressão) pela produtividade média do fator.

### 3.1.1.4 Testes para verificar a presença de ineficiência técnica

Após assumir que a fronteira estocástica de produção é uma função do tipo Cobb-Douglas, deve-se partir para verificar a existência de ineficiência técnica dos produtores analisados. Essa análise será realizada com base no Teste da Razão de Verossimilhança, o qual possibilita verificar qual é a forma da função Cobb-Douglas que mais se ajusta a uma fronteira de produção.

Para Martin e Montenegro (2012), o Teste da Razão de Verossimilhança deve envolver a estimação de parâmetros a respeito das hipóteses nula e alternativa, de que um modelo é mais adequado para um dado conjunto de dados do que outro. Para efetuar esse teste, inicialmente serão obtidos os valores de *log-verossimilhança* (LL) para cada grupo de agricultores (os elegíveis ao Pronaf B, os elegíveis ao Pronaf V e os não pronafianos), com base na estimação dos seus respectivos testes de hipótese.

Inicialmente, foi realizado o Teste da Razão de Verossimilhança para:

$H_0$ : Mínimos Quadrados Ordinários

$H_1$ : Cobb-Douglas com ineficiência técnica

e posteriormente,

$H_0$ : Cobb-Douglas

$H_1$ : Cobb-Douglas com ineficiência técnica

Após isso, será estimada a função de verossimilhança generalizada (LR), também para cada modelo. Sendo que o teste da Razão de Verossimilhança Generalizado é determinado como se segue:

$$LR = -2 [\ln LL(H_0) - \ln LL(H_1)] \quad (10)$$

O valor crítico da estatística para o Teste de Razão de Verossimilhança Generalizada ( $\tau_{KP}$ ) é obtido da Tabela de Kodde e Palm (1986), o qual deve ser comparado ao valor calculado do LR. Para a decisão sobre a escolha da melhor forma funcional, têm-se por base os critérios do Teste de Razão de Verossimilhança com nível de significância de 5%, seguindo-se o proposto no Quadro 3.



Quadro 3 - Critérios de decisão do Teste de Razão de Verossimilhança

<b>Critérios</b>	<b>Decisão</b>
$LR \leq \tau_{KP}$	Aceita-se $H_0$
$LR > \tau_{KP}$	Rejeita-se $H_0$

Fonte: Adaptado de Coelli *et al.* (2005). Elaboração própria.

Para estimar o impacto do crédito rural do Pronaf B sobre a eficiência técnica dos estabelecimentos da agricultura familiar, os escores encontrados no modelo de fronteira estocástica serão avaliados através do método *do Propensity Score Matching* (PSM) ou Pareamento baseado no Escore de Propensão, seguindo-se a metodologia desenvolvida por Rosenbaum e Rubin (1983). Esse método permite o pareamento do grupo de tratamento com unidades do grupo de controle que são semelhantes, em termos de suas características observáveis.

### 3.1.2 Pareamento por Escore de Propensão (PSM)

Considerando que o principal objetivo da Tese é verificar se os estabelecimentos que obtiveram crédito rural do Pronaf tiveram melhor eficiência técnica, quando comparados aos estabelecimentos que não fizeram uso desse tipo de crédito e, adicionalmente, verificar as diferenças de eficiência técnica entre os estabelecimentos que acessaram crédito do Pronaf B *versus* os que acessaram através do chamado grupo V (Pronafianos que não são do Grupo B), dados os grupos identificados, as análises foram realizadas, levando-se em conta três diferentes grupos:

- GRUPO 1 - representado por estabelecimentos elegíveis a receberem crédito do Pronaf B (tratamento) *versus* os estabelecimentos que não são elegíveis a receberem o crédito do Pronaf, ou seja, considerados como não pronafianos (controle);
- GRUPO 2 - composto por estabelecimentos que são elegíveis a receberem crédito do Pronaf B (tratamento) *versus* os que são elegíveis a receberem crédito do Pronaf V (controle);
- GRUPO 3 – composto por estabelecimentos elegíveis a receberem crédito do Pronaf V (tratamento) *versus* os estabelecimentos que não são elegíveis a receberem o crédito do Pronaf, ou seja, os não pronafianos (controle).

Para o cálculo dos escores de propensão, foram excluídos da amostra os municípios que, no ano de 2017, apresentaram variáveis com valores nulos ou ausentes. A amostra final foi composta por 3.410 estabelecimentos representativos do Pronaf B, 3.295 estabelecimentos representativos do Pronaf V e 1.306 estabelecimentos representativos dos não pronafianos.

No entanto, segundo Ciaian, Falkowski e Kancs (2012), um dos principais problemas em estimar o impacto do acesso ao crédito concerne ao viés de seleção, já que a atribuição ao tratamento (aqui representado por agricultores pronafianos, os quais podem acessar o crédito do Pronaf) não é aleatória e ainda depende dos atributos dos produtores e dos estabelecimentos. Para isso, de acordo com os mesmos autores, dois principais métodos possibilitam solucionar o problema do viés de seleção da amostra. O primeiro se refere ao modelo em dois estágios, proposto por Heckman (1979),<sup>8</sup> enquanto o segundo, mais conhecido por *Propensity Score Matching* ou PSM, sugerido pioneiramente por Rosenbaum e Rubin (1983), permite parear por escore de propensão.

Uma vez que a intenção do presente trabalho é mensurar o impacto e não somente a relação entre as variáveis, segundo Schuntzemberger (2016), as abordagens de avaliação de tratamento são mais apropriadas. Todavia, em função da circunstância de os estabelecimentos analisados não serem observados ao mesmo tempo, essa metodologia demonstra o entrave da omissão de dados. Para lidar com esse problema, a abordagem quase experimental busca comparar os resultados de uma interferência (caso do acesso ao crédito rural) com os resultados de como teriam sido, caso não houvesse nenhuma intervenção (restrição ao crédito rural), procurando contornar a omissão dos dados. Para isso, essa abordagem exige que seja feito um comparativo entre um grupo que adquiriu (ou possa adquirir) o crédito (tratamento) e uma amostra idêntica ou a mais próxima possível (controle) que não recebeu o crédito, ou não possa receber (ou que recebeu um tratamento diferente). O benefício em usar esse procedimento está em diminuir o viés de seleção, por realizar a comparação entre estabelecimentos semelhantes, no que tange às características observáveis (CALIENDO; KOPEINIG, 2008).

Considerando o acima exposto, o presente trabalho, buscando mitigar os possíveis vieses de seleção que poderiam vir a surgir, utilizou a técnica baseada no escore de propensão em observáveis, denominado *Propensity Score Matching* (PSM), dado que esse método possibilita realizar um pareamento entre os dados de controle com os de tratamento, conforme

---

<sup>8</sup> Para mais detalhes sobre esse método, ver o trabalho de Feder *et al.* (1990), no qual, a partir do modelo de seleção amostral de Heckman, os autores estimaram um *switching regression model*, a fim de comparar a produção entre as famílias rurais chinesas que são crédito-restritas e as que não são crédito-restritas.

informações observáveis similares. O PSM é conhecido por ser um técnica semiparamétrica, por determinar os efeitos de um tratamento em um quase experimento, diminuindo o viés causado pela ausência de suporte comum e pela diferença em características observáveis (PEIXOTO; ANDRADE; AZEVEDO, 2008).

O *Propensity Score Matching* efetua o pareamento sobre os escores de propensão, ao invés de fazê-lo de modo direto, nos regressores. Conforme Schuntzemberger (2016), o pareamento exato em que as informações apresentam o mesmo escore é praticamente impossível, sendo os estabelecimentos comparados os que possuem os escores suficientemente próximos à unidade tratada. Nessa técnica, controla-se pelas covariadas, usando-se uma função particular delas, especificamente a probabilidade condicional de tratamento, ou seja, faz-se o pareamento nos escores de propensão, o que pode ser calculado por meio dos modelos *logit* ou *probit*.

O escore de propensão, desenvolvido por Rosenbaum e Rubin (1983), cria um grupo de comparação (controle) ideal dentro de um grande conjunto de dados. Esse grupo criado é pareado com o grupo-tratamento, com base na probabilidade predileta para a participação fundamentada nas variáveis explicativas (obtida por uma regressão logística), podendo ser representado por:

$$P(X) = P(D = 1|X) = E(D|X)^9 \quad (11)$$

em que

$D = 1$  se o indivíduo recebe o tratamento e 0 caso não o receba;

$X$  = um vetor multidimensional de característica pré-tratamento.

Esse escore de propensão,  $P(X)$ , representa a probabilidade condicional que não é conhecida de um indivíduo receber o tratamento de acordo com suas características observáveis  $X$ . Ou seja,  $P(X) = \text{Probabilidade}(D = 1|X)$ . Para isso, existem várias formas de estimá-lo, por intermédio de modelos paramétricos, assim como *logit* ou *probit* (CAMERON; TRIVEDI, 2005). O método assumido para a presente estimação foi o *logit*.

A multidimensionalidade do pareamento, todavia, pode ser resolvida por meio do *Propensity Score*, uma vez que a estimativa se vincula a apenas um escalar. Esse método considera a hipótese de haver problemas de seleção por variáveis observáveis. Desse modo, o

---

<sup>9</sup> Os valores do escore de propensão e do efeito do tratamento são obtidos através de alguns comandos do STATA, elaborados por Becker e Ichino (2002).

objetivo do método é definir um grupo-controle para comparação, modelando a probabilidade de participar do tratamento, conforme uma função de características observadas  $X$  que contém toda a informação desse vetor, o qual é chamado de *propensity scores* ou escores de propensão.

Com a técnica do PSM, é possível corrigir ou mesmo mitigar o viés de seleção entre os grupos-tratamento e controle. Para a validação dos resultados, todavia, duas hipóteses devem ser satisfeitas: a combinação de ambas é conhecida como ignorabilidade forte. A primeira hipótese refere-se ao balanceamento das características observáveis que independem do tratamento. Assim, essas observações precisam ter a mesma distribuição das características observáveis e não observáveis, independentemente de serem tratadas ou não. Os grupos-tratado e controle devem possuir a mesma média para todas as características, para um dado *propensity score*.

Essa hipótese concerne à independência condicional ou *Conditional Independence Assumption (CIA)*, significando que fatores não observáveis não afetam os participantes, ou seja, essa hipótese garante que estabelecimentos com características idênticas apresentem as mesmas chances de receber ou não o tratamento. Assim, supõe-se que

$$Y(0), Y(1) \perp D | X \Rightarrow Y(1), Y(0) | D | P(X) \quad (12)$$

Nesse caso, essa condição da independência condicional, representada por  $\perp$ , afirma que, dado um conjunto de covariáveis  $X$  observáveis que não são afetadas pelo tratamento, estas geram resultados potenciais  $Y$  independentes de tratamento atribuídos a  $D$  (BECKER; ICHINO, 2002).

A existência do suporte comum é a segunda pressuposição para a utilização do escore de propensão, exigindo que existam unidades dos grupos, tratados e de controle, para cada  $X$  de características nas quais se pretende realizar a comparação, garantindo que os estabelecimentos tratados possuam outro estabelecimento não tratado e pareado, com valores similares de  $X$ , com intervalo de  $0 < P(D = 1 | X) < 1$  (HECKMAN; ICHIMURA; TODD, 1997). De acordo com Ramos (2009), o suporte comum representa a região com equilíbrio dos escores de propensão entre os grupos de controle e de tratamento, por isso, a probabilidade de atribuição do tratamento é limitada para valores entre 0 e 1, isto é, cada estabelecimento possui uma probabilidade positiva de receber o tratamento, descartando unidades não comparáveis e grupos que não permitem inferir as conclusões propostas pela avaliação de impacto.

Após calcular o escore de propensão para os dois grupos de estabelecimentos representativos – sendo um compondo o grupo de tratamento e o outro o grupo de controle, ambos com as mesmas características observáveis e com uma única diferença: participar ou não do grupo de beneficiários do programa do Pronaf, – é realizado o procedimento de pareamento, para estimar os efeitos do tratamento sobre os tratados (ATT)<sup>10</sup>, através da diferença entre os resultados médios dos grupos, isto é:

$$\tau_i = Y_{i1} - Y_{i0} \quad (13)$$

Assim, o efeito médio do tratamento sobre o tratado (ATT - *Average Treatment Effect on Treated* ) possibilita quantificar a diferença média nos resultados, caso todos os tratados da amostra não tivessem sido tratados, representado por:

$$ATT = E(\tau_i | D_i = 1) = E(Y_{i1} - Y_{i0} | D_i = 1) = E(Y_{i1} | D_i = 1) - E(Y_{i0} | D_i = 1) \quad (14)$$

Entretanto, deve-se considerar as características observáveis do processo de seleção, na equação (12), visto que  $E(Y_{i0} | D_i = 1)$  não pode ser observado, pois um estabelecimento agropecuário só pode pertencer ao grupo tratado ou ao grupo de controle, em um ponto específico do tempo. Contudo, tendo em vista também o escore de propensão, equação (11), pode-se reescrever a equação do efeito médio do tratamento sobre o tratado (ATT), como sendo

$$ATT = E(Y_{i1} - Y_{i0} | D_i = 1, P(X)) = E(Y_{i1} | D_i = 1, P(X)) - E(Y_{i0} | D_i = 0, P(X)) \quad (15)$$

De acordo com Becker e Ichino (2002), vários critérios de pareamento são indicados para contornar esse problema. As técnicas mais utilizadas são: pareamento de Kernel (*Kernel Matching*), pareamento ao vizinho mais próximo (*Nearest-Neighbor Matching*) e pareamento radial (*Radius Matching*). Essas técnicas são usadas para associar os setores beneficiários aos não participantes, sendo escolhido o que demonstrar o melhor pareamento entre os grupos de controle e tratado, ou seja, o melhor balanceamento a partir dos escores de propensão obtidos.

---

<sup>10</sup> Apenas estimar o escore de propensão não é o bastante para calcular o efeito médio do tratamento sobre o tratado (ATT), pois o escore de propensão  $p(X)$  é uma variável contínua e as chances de obter dois estabelecimentos com o mesmo escore de propensão, em princípio, é zero.

O estimador obtido representa o resultado potencial do indivíduo, caso não tivesse recebido o tratamento.

### 3.1.3 Análise de sensibilidade com a adoção do Método de Limites de Rosenbaum

Para validar a qualidade das estimativas do *Propensity Score Matching*, foi efetuado o teste de sensibilidade, recorrendo-se ao método de limites de Rosenbaum, com o intuito de verificar o grau de robustez do modelo e a magnitude do viés em não observáveis. Definido por Coliando e Kopeining (2005) como uma das etapas necessárias ao implementar o PSM.

O propósito dessa análise é avaliar como uma variável não observável que afeta tanto a participação no Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) como os resultados (impacto sobre a eficiência técnica) pode alterar as conclusões a respeito do efeito do tratamento, ou seja, os resultados podem estar enviesados. Para isso, Rosenbaum (2010) propôs uma forma de analisar quão influente uma variável não observável pode ser. Para uma melhor compreensão dessa ideia, considere-se que a participação no programa aqui estudado é dada por

$$P_i = P(x_i, \kappa_i) = P(T = 1|x_i, \kappa_i) = F(\beta x_i + \gamma \kappa_i) \quad (16)$$

Observe-se que a probabilidade de participação está diretamente relacionada não somente a variáveis observáveis ( $x_i$ ), mas também às não observáveis ( $\kappa_i$ ). Dessa forma, tem-se que  $\gamma = 0$  significa que a chance dependerá apenas das características observáveis, caso contrário, em que  $\gamma \neq 0$ , dois indivíduos com as mesmas características  $x_i$  terão diferentes probabilidades de participação, contudo, nesse caso, há viés de seleção (BECKER; CALIENDO, 2007).

Com isso, esta análise avalia o efeito das variáveis não observáveis e a violação da hipótese de aleatoriedade do tratamento depois do pareamento utilizando o *propensity score*. Ou seja, os estimadores da metodologia de pareamento no escore de propensão não se preocupam com a possibilidade de existir variáveis não observadas que afetam simultaneamente a atribuição para o tratamento e a variável de resultado, criando um viés oculto capaz de tornar os estimadores de pareamento não robustos. Nesse caso, a análise de sensibilidade é utilizada para testar a robustez dos resultados à presença de viés devido a uma covariável omitida. Algumas aplicações a esse respeito podem ser vistas em Moreno e Monte (2013), Mariano, Arrais e Barbosa (2016), Niquito, Ely e Ribeiro (2018).

Tomem-se dois indivíduos (que podem ser dois estabelecimentos agropecuários representativos)  $i$  e  $j$ , sendo que as probabilidades de participação são  $\frac{P_i}{1-P_i}$  e  $\frac{P_j}{1-P_j}$ , respectivamente. O grau relação entre esses indivíduos será:

$$\frac{\frac{P_i}{1-P_i}}{\frac{P_j}{1-P_j}} = \frac{P_i (1-P_j)}{P_j (1-P_i)} = \frac{\exp(\beta x_i + \gamma \kappa_i)}{\exp(\beta x_j + \gamma \kappa_j)} \quad (17)$$

Se  $i$  e  $j$  são idênticos em características observáveis ( $x_i = x_j$ ), então, *odds ration* é dada por

$$\frac{\exp(\beta x_i + \gamma \kappa_i)}{\exp(\beta x_j + \gamma \kappa_j)} = \exp[\gamma(\kappa_i - \kappa_j)] \quad (18)$$

No entanto, se houver um viés oculto ( $\kappa_i \neq \kappa_j$ ), as características não observáveis dos estabelecimentos irão influenciar os resultados. Caso não exista distinção entre as variáveis não observadas, estando ( $\kappa_i = \kappa_j$ ), e  $\gamma = 0$  representando que as variáveis não influenciam a chance de participação, a *odds ratio* obterá um valor igual a 1, concluindo que não existe viés de seleção. Desse modo, se os estabelecimentos possuírem as mesmas características observáveis, então, os termos  $\beta x$  se cancelam. Logo, a *odds ration* com valor diferente de 1 implica a presença de características não observáveis. Por isso, esta análise julga o quanto do efeito do Pronaf varia devido a uma alteração nos valores de  $\gamma$  e ( $\kappa_i - \kappa_j$ ).

Portanto, os limites da *odds ratio* são expressos pela razão das chances de participação no tratamento, obtidos por

$$\frac{1}{\Gamma} \leq \frac{P_i/(1-P_j)}{P_j/(1-P_i)} \leq \Gamma \quad (19)$$

sendo que  $\Gamma = 1$  (sem viés oculto) significa que os indivíduos  $i$  e  $j$  têm as mesmas chances de participação para aderir ao programa. Porém,  $\Gamma = 2$  significa que os estabelecimentos supostamente semelhantes em termos de  $x$  podem diferir suas chances de serem tratados por um fator de até 2. Assim, os limites de Rosenbaum identificam o quanto as mudanças em  $\Gamma$  podem influenciar os resultados estimados pelo PSM.

Segundo Chagas (2009), é comum que esse teste seja aplicado para indicar a robustez dos resultados na presença de viés, por causa de uma covariável omitida. Com isso, pretende-se observar, com esta análise, se há viés das variáveis não observáveis que mascarem algum efeito do crédito rural do Pronaf sobre a eficiência técnica dos estabelecimentos da agricultura familiar brasileira.

### 3.2 Base de dados

Nesta seção, descreve-se a construção e a organização da base de dados para estimativa da fronteira estocástica e do PSM. É importante salientar que os grupos de beneficiários do Pronaf possuem distintas fronteiras de produção, devido às particularidades de cada grupo, tais como: diferentes padrões tecnológicos, e distintos acessos aos fatores de produção (terra, capital e mão de obra). Por isso, não há motivos para analisar os beneficiários do Pronaf como um único grupo, sendo necessária sua análise desagregada.

Inicialmente, pretendeu-se adotar os microdados dos Censos Agropecuários, no entanto, em virtude da pandemia da Covid-19, a sala de sigilo do IBGE ficou fechada até o início de 2022, impossibilitando obter-se os dados em tempo hábil, para finalizar esta Tese. Dessa forma, o presente trabalho empregou informações agregadas para cada município e coletadas junto ao Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA). Esse mesmo procedimento já foi usado, por exemplo, por Araújo e Araújo (2016), Brito (2016), Oliveira (2019), Gomes, Souza e Gazzola (2021) e Souza, Gomes e Gazzola (2021) que também utilizaram a fronteira estocástica de produção. Ainda em função dessa dificuldade em obter os microdados, não foi possível montar um painel com os últimos dois anos do Censo Agropecuário (2006 e 2017), pois os dados disponibilizados pelo SIDRA referentes ao ano de 2006 não separavam os agricultores familiares dos não familiares, no grupo “não pronafiano”<sup>11</sup>. À vista disso, o presente trabalho analisa apenas as informações referentes ao ano de 2017.

Para a construção dos grupos analisados, fez-se uso da classificação dos estabelecimentos delimitados pelo Censo Agropecuário de 2017, o qual disponibiliza dados referentes às seguintes tipologias: Não pronafiano, Pronaf B e Pronaf V. A primeira tipologia é composta por agricultores familiares que não receberam crédito do Pronaf ou não possa receber (ou que recebeu um tratamento diferente), no período analisado. Quanto às demais, percebe-se que os potenciais agricultores pronafianos do Grupo B foram responsáveis por

---

<sup>11</sup> Esclarece a nota 4, presente na tabela referente ao Pronaf, no Censo Agropecuário de 2006: “A categoria Não pronafiano inclui os estabelecimentos com agricultura não familiar e familiar não pronafiano.”



representar, no ano de 2017, cerca de metade dos 3.897.408 estabelecimentos agropecuários familiares identificados no Brasil<sup>12</sup>. Esse grupo é o mais expressivo, em número de pessoas ocupadas. Nota-se que essa enorme massa de produtores familiares de baixa renda estava presente, com graus variados, em todo o território nacional, mas situados, de forma significativa, na Região Nordeste, possuindo, na sua maioria, estabelecimentos com áreas inferiores a 100 ha. Ao passo que os agricultores classificados como Pronaf V (ou seja, são pronafianos, mas não do grupo B) são os que têm maior participação dos estabelecimentos familiares que obtiveram financiamento em 2017 e estão situados principalmente na Região Sul.

É importante ressaltar que o nível de desagregação máximo disponibilizado pelo Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA) é de informações agregadas para municípios. Isso serve para evitar que os estabelecimentos participantes da pesquisa sejam conhecidos e informações pessoais referentes às propriedades se tornem públicas, implicando uma grande heterogeneidade na amostra. A fim de tratar dessa limitação, foram criados estabelecimentos representativos em cada município. Seguindo-se a estratégia adotada por Helfand, Magalhães e Rada (2015), Freitas, Teixeira e Braga (2016), Freitas *et al.* (2019) e Freitas, Silva e Teixeira (2020) estes estabelecimentos representativos foram empregados apenas nas variáveis referentes a fronteira estocástica de produção (primeiro método empregado). Tais estabelecimentos representativos foram obtidos por meio da divisão do valor total de cada variável em um município pelo número de estabelecimentos daquele município. Por exemplo, a variável original referente ao capital (indicada a seguir) é o número de tratores, implementos e máquinas existentes em determinado município. Esse valor é dividido pelo número de estabelecimentos do município, para criar um estabelecimento representativo, o qual contém a média do capital por estabelecimento; esse procedimento é feito com as demais variáveis utilizadas. Assim, em cada município, construiu-se uma unidade representativa.

As variáveis empregadas, tanto para estimar a Fronteira Estocástica quanto no *Propensity Score Matching* (PSM), foram definidas a partir da literatura e da disponibilidade de dados nos Censos Agropecuários, além daquelas que determinam a participação do agricultor familiar no crédito rural. O Quadro 4 apresenta o conjunto de variáveis que serão usadas nas análises.

---

<sup>12</sup> Em 2017 existiam 3.897,708 estabelecimentos da agricultura familiar (Tabela 1). Mas apenas 588.363 foram classificados como pronafianos (Tabela 4), dos quais 49,2% pertencem ao grupo B do Pronaf.

Após a separação dos dados municipais do Censo Agropecuário (2017) por grupos (Pronaf B, Pronaf V e Não Pronafiano), foi necessário executar uma busca por valores nulos ou ausentes, nas variáveis analisadas. Uma vez identificada a ausência de valores para as variáveis citadas no Quadro 4, de forma análoga a Santos e Braga (2013), os municípios foram descartados, como também foi o caso das capitais dos Estados do Brasil. Essa medida levou a uma considerável redução no tamanho da base de dados analisados. Para o modelo de fronteira estocástica, dos 5.563 municípios existentes na base, disponibilizados pelo Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA), foram considerados, por conter todas as variáveis apresentadas: 3.410 estabelecimentos representativos do Pronaf B (61,29% da amostra original), 3.296 estabelecimentos representativos do Pronaf V (59,25% da amostra original) e somente 1.307 estabelecimentos representativos não pronafianos (23,49% da amostra original). Observe que se consegue uma abrangência de 61,3% do Brasil e analisar três categorias de agricultores familiares.

O trabalho de Souza, Gomes e Alves (2020), apresentado no Quadro 2, e usando microdados do Censo de 2017, conseguiu analisar 240.124 estabelecimentos agropecuários (familiares e não familiares) em um universo de 5.073.324 estabelecimentos rurais, ou seja, avaliou-se apenas 4,7% do universo da categoria para estimar a função de produção estocástica. O procedimento usado na Tese (explicado no parágrafo anterior) permite, em princípio, maior abrangência na análise dos dados do Censo Agropecuário de 2017 do que o uso de seus microdados.

Para estimar o PSM, foram levados em conta 3.410 estabelecimentos agropecuários do Pronaf B (61,29% do total), 3.295 estabelecimentos agropecuários do Pronaf V (59,23% da amostra original) e apenas 1.306 estabelecimentos agropecuários não pronafianos (23,48% do total).

Quadro 4 - Descrição das variáveis utilizadas nas análises econométricas

<b>Descrição das variáveis utilizadas no modelo de fronteira de estocástica</b>	
<b>Variável</b>	<b>Definição</b>
<b>Variável dependente</b>	
Produção agropecuária (em mil R\$)	O valor bruto da produção refere-se à soma do valor da produção vegetal e animal (excluindo-se o valor gerado pela agroindústria) do estabelecimento representativo <i>i</i> da agricultura familiar.
<b>Variáveis explicativas</b>	
Terra (em hectares)	Área total do estabelecimento rural
Capital (em unidades)	Número de tratores, implementos e máquinas existentes nos estabelecimentos
Despesa com insumos (em R\$)	Valor das despesas realizadas pelos estabelecimentos, representado pela soma dos gastos com adubos, corretivos, agrotóxicos, sementes, mudas, medicamentos para animais, sal e rações e outros suplementos
Trabalho (número de pessoas)	Pessoal ocupado nos estabelecimentos
<b>Variáveis que explicam a ineficiência</b>	
Associado à cooperativa (em unidades)	Número de estabelecimentos agropecuários associados às cooperativas
Prática agrícola (em unidades)	Número de estabelecimentos agropecuários que realizam práticas agrícolas
Orientação técnica (em unidades)	Número de estabelecimentos agropecuários que declararam ter recebido orientação técnica
<b>Descrição das variáveis utilizadas no Propensity Score Matching</b>	
<b>Variável</b>	<b>Definição</b>
<b>Variáveis de Resultado</b>	
Grupo 1 (Pronaf B x Não Pronafiano)	Variável binária indicando se o estabelecimento agropecuário é elegível ao Pronaf B - Tratamento =1
	Variável binária indicando se o estabelecimento agropecuário é classificado que não recebeu nenhum tipo de crédito do Pronaf - Controle =0
Grupo 2 (Pronaf B x Pronaf V)	Variável binária indicando se o estabelecimento agropecuário é elegível ao Pronaf B - Tratamento =1
	Variável binária indicando se o estabelecimento agropecuário é elegível ao Pronaf V - Controle =0
Grupo 3 (Pronaf V x Não Pronafiano)	Variável binária indicando se o estabelecimento agropecuário é elegível ao Pronaf V - Tratamento =1
	Variável binária indicando se o estabelecimento agropecuário é classificado que não recebeu nenhum tipo de crédito do Pronaf - Controle =0
<b>Covariadas relacionadas à produção</b>	
Energia elétrica (em unidades)	Número de estabelecimentos agropecuários que possuem energia elétrica.
Cooperativa (em unidades)	Número de estabelecimentos agropecuários associados às cooperativas
Prática agrícola (em unidades)	Número de estabelecimentos agropecuários que realizam práticas agrícolas
Orientação técnica (em unidades)	Número de estabelecimentos agropecuários que declararam ter recebido orientação técnica
Homem (número de pessoas)	Indica o estabelecimentos cujo produtor é do sexo masculino
<b>Covariadas relacionadas às classes de idade do produtor</b>	
Anos2_25amenos35	Produtor rural com idade de 25 a menos de 35 anos
Anos3_35ameno45	Produtor rural com idade de 35 a menos de 45 anos
Anos4_45amenos55	Produtor rural com idade de 35 a menos de 55 anos

Anos5_55amenos65	Produtor rural com idade de 55 a menos de 65 anos
Anos6_65amenos75	Produtor rural com idade de 65 a menos de 75 anos
Maior75anos_75amais	Produtor rural com idade de 75 ou mais

---

**Covariadas relacionadas às classes de escolaridade do produtor**

---

Analfabeto	Refere-se a produtores analfabetos
Antigo primário	Refere-se a produtores que possuem apenas o antigo primário
Médio	Refere-se a produtores que possuem o ensino médio
Superior	Refere-se a produtores que possuem nível superior

---

**Covariadas relacionadas à região de residência do produtor**

---

Região Norte	<i>Dummy</i> com valor 1, se o estabelecimento de agricultura familiar estiver localizado na Região Norte.
Região Nordeste	<i>Dummy</i> com valor 1, se o estabelecimento de agricultura familiar estiver localizado na Região Nordeste.
Região Sul	<i>Dummy</i> com valor 1, se o estabelecimento de agricultura familiar estiver localizado na Região Sul.
Região Sudeste	<i>Dummy</i> com valor 1, se o estabelecimento de agricultura familiar estiver localizado na Região Sudeste.

---

Fonte: Elaboração própria.

Nota. As variáveis utilizadas no modelo de fronteiras estocástica foram transformadas em logaritmo, em conformidade com o modelo econométrico apresentado na subseção 3.2.1.



## **4 EVOLUÇÃO DA AGRICULTURA FAMILIAR E DO CRÉDITO DO PRONAF ENTRE 2006 E 2017**

Neste capítulo, inicialmente, realiza-se uma análise descritiva e analítica dos dados agregados dos Censos Agropecuários de 2006 e de 2017 sobre a evolução e distribuição regional da agricultura familiar no Brasil (item 4.1), destacando-se, posteriormente, as diferenças dessa categoria entre as regiões brasileiras. No item 4.2, é feita a análise do uso do crédito rural pela agricultura familiar, por tipo de crédito e fonte do financiamento, considerando-se o Brasil como um todo e as diferenças que possam surgir (quanto ao tópico considerado) por regiões. Procurar-se-á, também, examinar algumas características dos estabelecimentos agropecuários familiares e de seus responsáveis, que possam afetar sua decisão de tomada de empréstimos.

### **4.1 Evolução e distribuição regional da agricultura familiar no Brasil, segundo os dados dos Censos Agropecuários de 2006 e 2017**

Como se pode notar, pelos dados da Tabela 1, a agricultura familiar diminuiu em número de estabelecimentos e de pessoal ocupado, entre os anos de 2006 e 2017. Dados do Censo Agropecuário de 2017 apontam uma redução de 10,7% no número de estabelecimentos classificados como de agricultura familiar, em relação ao registrado pelo Censo Agropecuário de 2006. Essa perda no pessoal ocupado foi de 17,9%, no mesmo período. No entanto, essa categoria continua sendo a que mais detém estabelecimentos agropecuários e gera muito emprego, na agropecuária.

Tabela 1 - Evolução e importância da agricultura familiar *versus* a não familiar no Brasil – anos de 2006 e 2017

<b>Variável</b>	<b>Tipologia</b>	<b>2006</b>	<b>2017</b>
<b>Estabelecimentos</b>	<b>Total</b>	<b>5.175.636</b>	<b>5.073.324</b>
	Agricultura familiar - Lei nº 11.326	4.366.267 84,36%	3.897.408 76,82%
	Não familiar	809.369 15,64%	1.175.916 23,18%
<b>Área dos estabelecimentos (ha)</b>	<b>Total</b>	<b>333.680.037</b>	<b>351.289.816</b>
	Agricultura familiar - Lei nº 11.326	80.102.694 24,01%	80.891.084 23,03%
	Não familiar	253.577.343 75,99%	270.398.732 76,97%
<b>VBP dos estabelecimentos (R\$ mil)<sup>1</sup></b>	<b>Total</b>	<b>269.625.722</b>	<b>474.218.378</b>
	Agricultura familiar - Lei nº 11.326	97.361.848 36,11%	133.937.780 28,24%
	Não familiar	172.263.874 63,89%	340.280.598 71,76%
<b>Pessoal ocupado total dos estabelecimentos</b>	<b>Total</b>	<b>16.568.205</b>	<b>15.105.125</b>
	Agricultura familiar - Lei nº 11.326	12.323.110 74,38%	10.115.559 66,97%
	Não familiar	4.245.095 25,62%	4.989.566 33,03%

Fonte: Elaborada pela autora, a partir de dados do IBGE (2006 e 2017).

Nota: <sup>1</sup>Valores em reais de 2017 atualizados com base no Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna (IGP-DI).

A Tabela 1 revela que o número de estabelecimentos familiares teve uma queda em sua participação, no total dos estabelecimentos agropecuários do Brasil, passando de 84,36% do total, em 2006, para 76,82%, em 2017. Em termos absolutos, segundo os Censos Agropecuários de 2006 e 2017, a diferença foi de 468.859 estabelecimentos a menos, em 11 anos de análise.

Os dados dos dois últimos Censos Agropecuários indicam que a importância da agricultura familiar no valor bruto da produção (VBP) da agropecuária nacional passou de 36,11%, em 2006, para 28,24%, em 2017. Todavia, em valores reais, a produção da agricultura familiar aumentou em 37,57%, entre esses anos, sendo de R\$ 97.361.848 mil, em 2006, e de R\$ 133.937.780 mil, em 2017 (ambos a preços de 2017).

A agricultura familiar respondia, em 2006, por 24,01% da área total dos estabelecimentos agropecuários do Brasil, e por 23,03% dessa área, em 2017, sendo que houve, entre esses anos, aumento absoluto de mais de 788 mil hectares nos estabelecimentos classificados como de agricultura familiar.

Quanto ao pessoal ocupado, a agricultura familiar representou 74,38% do pessoal ocupado na agropecuária brasileira, em 2006, e 66,97%, em 2017. Entre esses anos, houve a redução de 2.207.551 pessoas ocupadas, nos estabelecimentos agropecuários familiares.

Analisando-se a distribuição geográfica nacional da agricultura familiar brasileira (cf. Tabela 2), constata-se que o Nordeste detinha, em 2006, metade dos estabelecimentos agropecuários familiares do Brasil, apesar de deter 35% da área dos mesmos. O Sul possuía, no mesmo ano de 2006, 19,5% dos estabelecimentos agropecuários familiares e 16,3% de sua área. De um lado, essas duas regiões foram as que mais perderam estabelecimentos agropecuários familiares, entre 2006 e 2017, e diminuíram as áreas ocupadas por esses estabelecimentos. De outro lado, entre 2006 e 2017, houve aumento no número e na área dos estabelecimentos agropecuários familiares, no Norte e no Centro-Oeste, e aumento da área do Sudeste, mas com perda de número de estabelecimentos familiares, nessa região.

Entre 2006 e 2017, o Nordeste deixou de ocupar o *ranking* da região com maior percentual de estabelecimentos agropecuários classificados como familiares, lugar este que passou a ser ocupado pela Região Norte. Como notado pelos dados da Tabela 2, em 2006, 89,12% dos estabelecimentos agropecuários nordestinos eram classificados como familiares. Em 2017, esses estabelecimentos representavam 79,17% do total de estabelecimentos agropecuários nordestinos. A Região Norte passou a ser a que mais detém, em relação aos seus estabelecimentos agropecuários, agricultores familiares. Esses representavam, em 2017, 82,77 % dos estabelecimentos agropecuários, apesar dos mesmos serem responsáveis por 30,31% da área ocupada pelos estabelecimentos agropecuários dessa região.



Tabela 2 - Distribuição dos estabelecimentos e da área de Agricultura Familiar (AF) por região do Brasil, anos de 2006 e 2017

<b>Censo Agropecuário 2006</b>				
<b>Brasil e Regiões</b>	<b>Valores absolutos</b>		<b>Distribuição da AF em relação ao total*</b>	
	<b>Total de estabelecimentos de AF</b>	<b>Área total dos estabelecimentos de AF (em ha)</b>	<b>Estabelecimentos</b>	<b>Área dos estabelecimentos</b>
<b>Brasil</b>	<b>4.366.267</b>	<b>80.102.694</b>	<b>84,36%</b>	<b>24,01%</b>
<b>Norte</b>	412.666	16.611.277	86,73%	29,91%
<b>Nordeste</b>	2.187.131	28.315.052	89,12%	37,22%
<b>Sudeste</b>	699.755	12.771.299	75,89%	23,25%
<b>Sul</b>	849.693	13.054.511	84,45%	31,25%
<b>Centro-Oeste</b>	217.022	9.350.556	68,35%	8,88%
<b>Censo Agropecuário 2017</b>				
<b>Brasil e Regiões</b>	<b>Valores absolutos</b>		<b>Distribuição da AF em relação ao total*</b>	
	<b>Total de estabelecimentos de AF</b>	<b>Área total dos estabelecimentos de AF (em ha)</b>	<b>Estabelecimentos</b>	<b>Área dos estabelecimentos</b>
<b>Brasil</b>	<b>3.897.408</b>	<b>80.891.084</b>	<b>76,82%</b>	<b>23,03%</b>
<b>Norte</b>	480.575	19.767.199	82,77%	30,31%
<b>Nordeste</b>	1.838.846	25.925.743	79,17%	36,57%
<b>Sudeste</b>	688.945	13.735.871	71,07%	22,78%
<b>Sul</b>	665.767	11.492.520	78,02%	26,80%
<b>Centro-Oeste</b>	223.275	9.969.750	64,30%	8,90%

Fonte: Censo Agropecuário (2006 e 2017) – IBGE. Elaboração da autora.

\*Representa a distribuição dos estabelecimentos e da área de Agricultura Familiar (AF) no total da região (agricultura familiar e não familiar)

Nota: <sup>1</sup>Valores em reais de 2017 atualizados com base no Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna (IGP-DI).

A redução da agricultura familiar, no Nordeste (tal como evidenciada na Tabela 2), pode ser explicada, em parte, pela forte estiagem que castigou o semiárido brasileiro, de 2012 a 2017, principalmente o sertão nordestino. Sobre o tema, Rebello (2018), com base nas informações do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), revela que esta foi a pior seca já registrada no Brasil. Tendo em vista que o Nordeste é uma região com forte presença de agricultura familiar, no seu semiárido, a seca deve ter afetado mais fortemente esse segmento. A agricultura não familiar estrutura-se em torno dos perímetros irrigados (como em Petrolina - PE) ou em função da cana-de-açúcar, na Zona da Mata, onde a falta de água é menor. O impacto da seca deve ter sido maior na agricultura familiar nordestina.

Adicionalmente, o artigo de Nascimento, Aquino e Del Grossi (2022) ressalta que, nos últimos anos, parcela do que era agricultura familiar tem obtido mais da metade de sua

renda de atividades não agropecuárias e, conseqüentemente, isso tem convertido parte da outrora agricultura familiar cada vez mais em famílias pluriativas, em especial na Região Sul, ao passo que a Região Norte experimenta aumento da agricultura familiar, tanto com a produção comercial quanto à voltada para o consumo próprio (autoconsumo).

#### **4.2 O uso do crédito rural pela agricultura familiar**

Neste item, da tese, procura-se focalizar algumas características agregadas sobre os estabelecimentos agropecuários que fizeram uso do crédito rural, em especial o crédito das linhas Pronaf B e V, este último representado pelo grupo “outros Pronafs”, no Censo Agropecuário de 2017.

Mesmo se tendo em vista que um agricultor familiar poderia tomar o crédito de mais de um agente financeiro, em 2006, apenas 21,8% dos estabelecimentos agropecuários familiares brasileiros existentes fizeram uso do crédito rural. Esse percentual, em 2017, foi de 16,3%.

No que tange aos estabelecimentos agropecuários familiares que obtiveram financiamento, no ano de 2017, a Tabela 3 mostra que, entre os pronafianos, 48,1% do total pertencia ao Grupo B (ante 37,3%, em 2006). Esse grande aumento da importância do Pronaf B no total dos agricultores familiares que usam crédito rural se deve, em grande parte, à queda dos agricultores familiares não pronafianos que usam crédito rural e dos que utilizam outras linhas do Pronaf. Entre 2006 e 2017, houve 7,4% de aumento dos pronafianos B, os quais passaram de 278.678, em 2006, para 299.240, em 2017.

Esse grande contingente de agricultores familiares brasileiros enquadrados em alguma das linhas especiais de crédito do Pronaf também foi encontrado no relatório de pesquisa preparado pelo Ipea (2013), quando se buscou caracterizar o público potencial do Pronaf B, na Região Nordeste e no Estado de Minas Gerais, a partir de uma análise baseada nos dados do Censo Agropecuário de 2006.

Quanto aos agentes financeiros responsáveis pelo financiamento da agricultura familiar, em 2017, 78,5% dos pronafianos contrataram crédito por meio de bancos, 12,2%, através de cooperativas de crédito, e 6,9%, por meio do governo, enquanto os demais 2,5% dos agricultores familiares obtiveram crédito via comerciantes de matéria-prima, fornecedores de insumos e equipamentos, empresas integradoras, entre outros, ressaltando-se que um agricultor familiar poderia tomar o crédito do Pronaf via mais de um agente financeiro. Já em 2006, 88,6% dos estabelecimentos familiares que obtiveram crédito do Pronaf o contrataram

por meio de bancos e 6,3%, em cooperativas de crédito, representando 94,9% do total (ante 90,7%, em 2017), ao passo que o restante, representado por 5,1%, obteve por intermédio de outros agentes financeiros, não havendo informação, em separado, sobre os financiamentos concretizados pelo governo. Assim, passados onze anos entre os dois últimos censos agropecuários, os bancos e as cooperativas de crédito continuam respondendo pela parte mais expressiva dos financiamentos concedidos aos estabelecimentos agropecuários, com aumento da importância das cooperativas.

Tabela 3 - Número de estabelecimentos agropecuários familiares que obtiveram financiamento, por tipo de programa e agente financeiro responsável pelo financiamento (Brasil e Regiões)

Brasil e regiões	Censo Agropecuário 2006				Censo Agropecuário 2017			
	Tipologia	Bancos	Cooperativas de crédito	Outros	Bancos	Cooperativas de crédito	Governos	Outros
<b>Brasil</b>	<b>Pronafianos</b>	662.630	47.093	38.182	487.753	75.977	42.719	15.260
	Pronaf B	260.381	9.483	8.814	259.969	11.315	22.495	5.461
	Outros Pronafs*	402.249	37.610	29.368	227.784	64.662	20.224	9.799
	<b>Não pronafianos</b>	174.432	17.081	12.461	9.733	3.675	752	329
<b>Norte</b>	<b>Pronafianos</b>	32.441	983	1.336	38.482	1.952	3.479	939
	Pronaf B	7.719	209	477	18.772	650	1.742	579
	Outros Pronafs*	24.722	774	859	19.710	1.302	1.737	360
	<b>Não pronafianos</b>	7.297	184	362	264	36	11	13
<b>Nordeste</b>	<b>Pronafianos</b>	265.936	5.724	7.394	213.610	4.509	17.620	3.626
	Pronaf B	184.732	4.182	5.185	180.337	3.930	14.757	3.074
	Outros Pronafs*	81.204	1.542	2.209	33.273	579	2.863	552
	<b>Não pronafianos</b>	44.730	929	1.797	291	8	22	7
<b>Sudeste</b>	<b>Pronafianos</b>	84.187	4.913	3.688	82.411	7.353	9.734	1.734
	Pronaf B	31.728	1.264	1.436	36.315	1.689	4.229	769
	Outros Pronafs*	52.459	3.649	2.252	46.096	5.664	5.505	965
	<b>Não pronafianos</b>	43.151	5.581	2.414	1.921	334	173	67
<b>Sul</b>	<b>Pronafianos</b>	255.589	34.744	24.653	126.587	59.689	9.780	8.374
	Pronaf B	32.558	3.715	1.532	15.462	4.541	996	863
	Outros Pronafs*	223.031	31.029	23.121	111.125	55.148	8.784	7.511
	<b>Não pronafianos</b>	63.108	9.343	5.643	6.306	3.075	515	131
<b>Centro-Oeste</b>	<b>Pronafianos</b>	24.477	729	1.111	26.663	2.474	2.106	587
	Pronaf B	3.644	113	184	9.083	505	771	176
	Outros Pronafs*	20.833	616	927	17.580	1.969	1.335	411
	<b>Não pronafianos</b>	16.146	1.044	2.245	951	222	31	111

Fonte: Censo Agropecuário (2006 e 2017) – IBGE. Elaboração da autora.

Nota: Os valores apresentados consideram que o produtor pode ter tomado financiamento de mais de um agente financeiro responsável pelo financiamento.

\*O grupo “Outros Pronafs”, no Censo Agropecuário de 2006, corresponde aos Grupos A, C, D e E. Já no Censo Agropecuário de 2017, concerne ao Grupo V, conforme disponibilizado pelo IBGE, SIDRA.

Segundo os dados do Censo Agropecuário de 2017, os bancos possuem maior direcionamento de crédito do Pronaf B para a finalidade investimento, com 58% do total dos créditos concedidos, seguido por custeio, com 21%. Os financiamentos governamentais

também revelam maior direcionamento para investimento, com participação de 58%, com o custeio representando 20% e com grande representatividade no direcionamento para manutenção do estabelecimento (19%). Quanto aos financiamentos concedidos via cooperativas, há o maior direcionamento para o investimento (que representou 48%), seguido do custeio, com 35%. Embora com menor representatividade, em termos de estabelecimentos financiados, empresas integradoras, comerciantes de matéria-prima e fornecedores de insumos e equipamentos tiveram no custeio a principal finalidade de financiamento, acima de 40% do crédito que concederam.

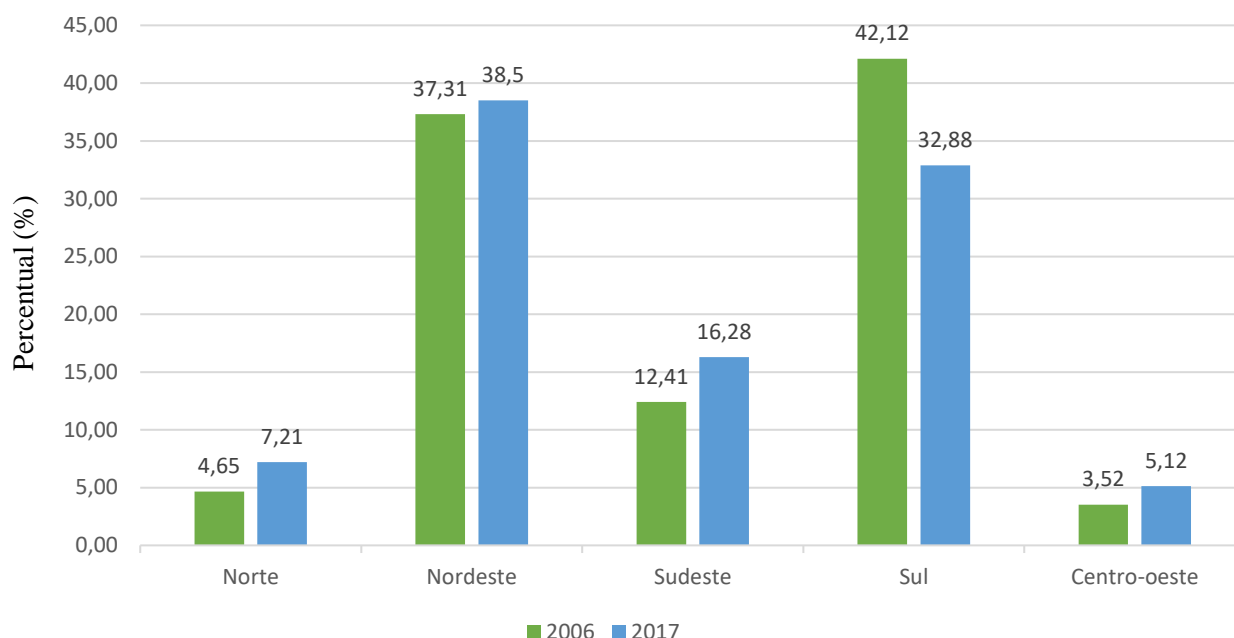
As cooperativas de crédito têm ampliado sua atuação na concessão do crédito do Pronaf. Enquanto, em 2006, os estabelecimentos pronafianos financiados por essas organizações representavam cerca de 6,3% do total dos pronafianos, em 2017, esse percentual passou a ser de 12,2% do total dos estabelecimentos financiados. Em termos regionais, entre 2006 e 2017, o maior avanço da participação das cooperativas no financiamento aos estabelecimentos de agricultura familiar ocorreu no Sul do país (de 11,0% para 29,2%, respectivamente), no Centro-Oeste (de 2,8% para 7,8%, respectivamente), no Sudeste (de 5,3% para 7,3%, respectivamente) e no Norte (de 2,8% para 4,4%, respectivamente). Na Região Nordeste, nesse mesmo período, houve uma queda na sua participação (de 2,1% para 1,9%, respectivamente, de 2006 para 2017).

Quanto à distribuição espacial do público potencial do Pronaf, a Figura 2 evidencia que, em 2017, a Região Nordeste aglomerava aproximadamente 39% do total de estabelecimentos pronafianos, no Brasil, seguida, com certa distância, pelas Regiões Sul (33%) e Sudeste (16%). Essas três regiões concentravam 87,7% dos estabelecimentos que se adequavam aos requisitos da política de crédito do Pronaf, em 2017. Em menor proporção, as Regiões Norte e Centro-Oeste detinham 12,3% dos estabelecimentos familiares que poderiam recorrer a uma das linhas de crédito diferenciadas ofertadas pelo programa.

Realizando uma comparação entre os anos de 2006 e 2017, nota-se que, no geral, a quantidade de pronafianos diminuiu consideravelmente, com menos 126.196 estabelecimentos caracterizados como pronafianos. Observando-se a Tabela 3, verifica-se que isso se deveu a uma queda no público potencial do Pronaf das principais regiões que lhes abriga, Nordeste e Sul, com quase 14% e 35% a menos de estabelecimentos, respectivamente, apesar de a participação percentual do Nordeste, no Brasil, ter aumentado de 37,31% para 38,50% do total (Figura 2). Essas duas regiões são de grande representatividade no grupo, pois, mesmo com o aumento dos estabelecimentos pronafianos, durante esse período, nas

demais regiões (Norte, Sudeste e Centro-Oeste), isso não foi suficiente para evitar a queda geral de quase 17% no número de contemplados pelo Pronaf, de 2006 a 2017.

Figura 2 - Distribuição percentual do público potencial do Pronaf entre as regiões brasileiras, anos de 2006 e 2017



Fonte: Censo Agropecuário (2006 e 2017) – IBGE. Elaboração da autora.

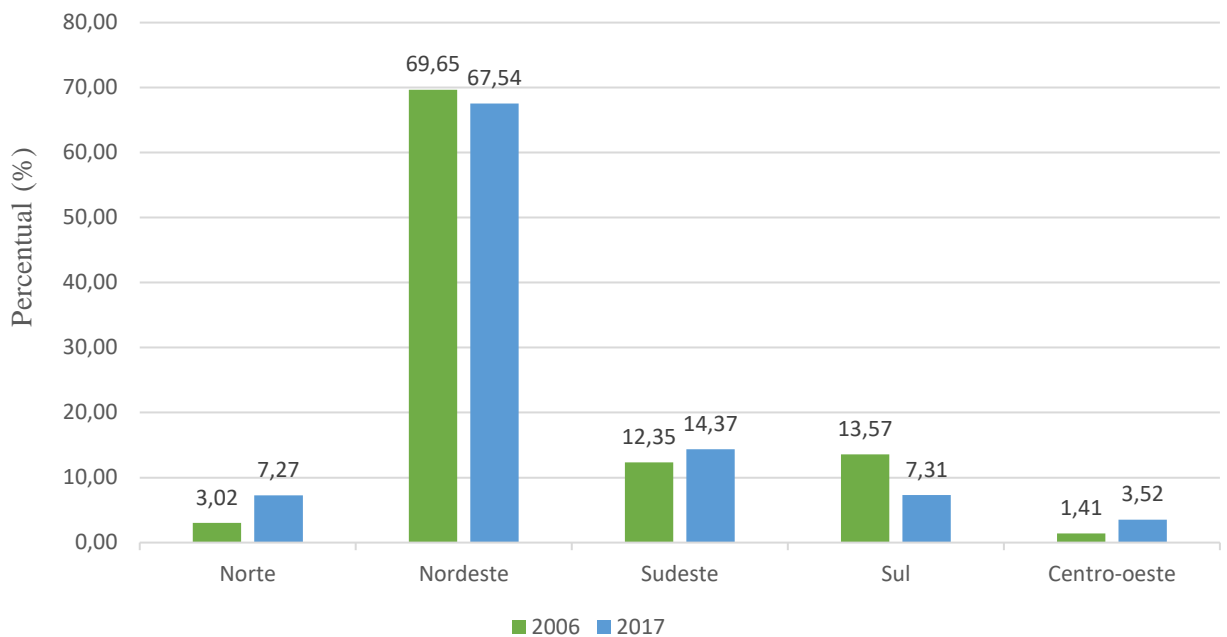
Analisando a Figura 3, percebe-se que houve queda da importância de representantes do Pronaf B nas Regiões Nordeste e Sul, ao passo que eles aumentaram suas importâncias nas demais regiões brasileiras. No entanto, embora com queda na importância percentual da Região Nordeste entre os pronafianos B, a quantidade desse grupo de pronafianos aumentou em 4,12%, passando de 194.099, em 2006, para 202.098, em 2017, conforme constatado na Tabela 3. Esse aumento no número de beneficiários, em algumas regiões, pode ser explicado devido às condições de financiamento que foram sendo melhoradas progressivamente, segundo ressaltado por Schneider, Cazella e Mattei (2021), apesar de as mesmas ainda não serem as ideais.

É importante notar que, independentemente da fonte de crédito considerada (Pronaf geral ou Pronaf B), mais de 89,21% do volume disponibilizado foram direcionados para as Regiões Sudeste, Sul e Nordeste. Apenas a Região Nordeste, por exemplo, absorveu cerca de 67,5% do crédito total do Pronaf B, em 2017; em 2006, essa participação representou 69,65%.

Diferentemente da Tabela 3, em que foi considerada a dupla contagem para estabelecimentos nos quais o agricultor familiar tomou financiamento de mais de um agente

financeiro, a Tabela 4 apresenta algumas peculiaridades dos estabelecimentos familiares que obtiveram crédito para financiamento, e sem a dupla contagem supracitada. Os dados foram focados especificamente no ano de 2017, com destaque especial para o Pronaf.

Figura 3 - Distribuição percentual do público potencial do Pronaf B entre as regiões brasileiras, anos de 2006 e 2017



Fonte: Censo Agropecuário (2006 e 2017) – IBGE. Elaboração da autora.

Como evidenciado na tabela a seguir (Tabela 4), segundo o Censo Agropecuário, em 2017, o total de 601.191 estabelecimentos familiares (15,4% do total de agricultores familiares) obtiveram algum tipo de crédito para financiamento; desse grupo, 97,9% foram fornecidos pelo Pronaf, enquanto 2,1% obtiveram outros tipos de linha de crédito (exceto Pronaf). Dos estabelecimentos familiares que receberam algum tipo de crédito do Pronaf, aproximadamente 49,49% foram financiados pela linha B do programa, enquanto 50,81% dos pronafianos tomaram financiamento do Pronaf V, que abrange linhas do Pronaf exceto a B.

Quanto à distribuição dos estabelecimentos familiares que obtiveram crédito para financiamento (2ª coluna da Tabela 4), a Região Nordeste respondeu por 38,62% desse contingente, seguida da Região Sul (32,45%), Sudeste (16,40%), Norte (7,26%) e, por fim, Centro-Oeste, com apenas 5,27% do total.

No que concerne à distribuição dos estabelecimentos familiares que tomaram crédito rural, entre pronafianos e não pronafianos (3ª e 4ª colunas da tabela 4), nota-se que a Região Nordeste se destaca entre os pronafianos, retendo 39,40% dos estabelecimentos que tomaram

crédito do Pronaf, enquanto a Região Sul possui a maior importância entre os estabelecimentos familiares não pronafianos que conseguiram financiamento, representando 67,98% dos não pronafianos.

Tabela 4 - Distribuição dos estabelecimentos agropecuários familiares que obtiveram financiamento, Brasil, 2017

Variáveis	Agricultores familiares	Distribuição dos não pronafricanos	Distribuição dos pronafricanos	Entre os agricultores familiares que receberam crédito do Pronaf a fonte foi	
				Pronaf B	Pronaf V
<b>Brasil</b>	<b>601.191</b>	<b>12.828</b>	<b>588.363</b>	<b>289.418</b>	<b>298.945</b>
<b>Norte</b>	43.645	305	43.340	21.167	22.173
<b>Nordeste</b>	232.156	318	231.838	195.898	35.940
<b>Sudeste</b>	98.598	2.297	96.301	41.250	55.051
<b>Sul</b>	195.084	8.720	186.364	20.880	165.484
<b>Centro-Oeste</b>	31.708	1.188	30.520	10.223	20.297
<b>Atividades econômicas</b>					
Produção de lavouras temporárias	204.393	3.367	201.026	87.389	113.637
Horticultura e floricultura	16.542	333	16.209	6.534	9.675
Produção de lavouras permanentes	59.161	954	58.207	24.277	33.930
Produção de sementes e mudas	447	32	415	166	249
Pecuária e criação de outros animais	307.467	7.916	299.551	161.417	138.134
Produção florestal - plantadas e nativas	11.988	192	11.796	8.912	2.884
Pesca e aquicultura	1.193	34	1.159	723	436
<b>Área total</b>					
Mais de 0 a menos 100ha	574.049	11.337	562.712	279.494	283.218
De 100 a menos de 10.000ha	23.957	1.460	22.497	7.135	15.362
Produtores sem área	3.185	31	3.154	2.789	365
<b>Condição do produtor em relação às terras</b>					
Proprietário	512.264	11.564	500.700	237.871	262.829
Concessionário ou assentado	24.977	121	24.856	14.950	9.906
Arrendatário	18.839	828	18.011	5.545	12.466
Parceiro	9.859	103	9.756	6.102	3.654
Outros	35.252	212	35.040	24.950	10.090
<b>Finalidade do financiamento*</b>					
Investimento	363.825	6.652	357.173	200.521	156.652
Custeio	270.385	9.703	260.682	75.610	185.072
Comercialização	10.468	152	10.316	6.778	3.538
Manutenção do estabelecimento	90.838	689	90.149	67.254	22.895

Fonte: Censo Agropecuário (2017) – IBGE. Elaboração da autora. Nota: Nesta Tabela 4, tem-se a quantidade de estabelecimentos que obtiveram financiamento, sem se levar em conta a dupla contagem para estabelecimento que tomaram mais de um tipo de crédito (que há na Tabela 3). Por isso, na Tabela 3, a soma dos agricultores é 636.198, enquanto, na Tabela 4, é de 601.191. \* Considera-se, nessa variável, que o produtor pode ter tomado financiamento para mais de uma finalidade.



A Região Nordeste concentra o maior contingente da população rural e a maior parte dos trabalhadores rurais, principalmente agricultores familiares, segundo indicado por Cruz (2018). Observa-se pela penúltima coluna da Tabela 4 que os pronafricanos B, quando distribuídos entre as regiões, têm na Região Nordeste a sua maior concentração relativa. Esta região detinha, em 2017, 67,69% dos estabelecimentos familiares que obtiveram crédito da linha Pronaf grupo B. Nas demais regiões, há predominância dos pronafricanos da categoria Pronaf V. Pode-se, então, sugerir que o Nordeste abriga a categoria mais pobre da agricultura familiar.

Ainda segundo os dados da Tabela 4, constata-se que 50,91% dos estabelecimentos agropecuários pronafricanos, em 2017, desenvolveram a pecuária e a criação de outros animais (ante 42,2%, em 2006); 34,17% deles realizaram a produção de lavouras temporárias (ante 43,65%, em 2006); e 9,89% deles se envolveram na produção de lavouras permanentes (ante 9,0%, em 2006), sendo os 5,03% restantes dedicados à horticultura e floricultura, à produção florestal, à aquicultura, à produção de sementes e mudas e à pesca.

O Censo Agropecuário de 2017 inclui estabelecimentos cuja magnitude de área varia entre menos de 1 ha e mais de 10 mil hectares. Cerca de 95,6% dos estabelecimentos da agricultura familiar que conseguiram financiamento possuem área inferior a 100 ha. Entre os agricultores familiares que contrataram o crédito Pronaf B, cerca de 96,57% deles possuem área inferior a 100 ha. Esse número guarda proporção com o número total de estabelecimentos brasileiros não pronafricanos com área menor que 100 ha, da ordem de 88,4%.

A categoria denominada produtor sem área (quando não houvesse registro da área e da utilização das terras do estabelecimento, mas há produção) apresentou maior participação entre os estabelecimentos familiares pronafricanos, quando comparados aos não pronafricanos, assim como entre os estabelecimentos familiares que obtiveram crédito do Pronaf B, quando comparados aos outros tipos de pronafricanos.

Quanto à finalidade do financiamento usufruído pelos estabelecimentos familiares, nota-se que os agricultores podem ter tomado crédito para mais de uma finalidade, destacando-se o investimento, assim como entre os pronafricanos, principalmente os pertencentes ao Grupo B. Já os estabelecimentos não pronafricanos adquiriram mais crédito de custeio.

De acordo com os dados da Tabela 5, constata-se que, proporcionalmente, os estabelecimentos familiares que possuem classes de escolaridade menos elevadas (até quatro anos de estudo) têm mais acesso aos recursos provenientes de programas governamentais de crédito - Pronaf (65,2%). Algo similar ocorre, quando analisamos apenas o crédito do Pronaf

B, com 69,4% de representatividade. Esses percentuais mostram, também, que os agricultores familiares mais letrados dão mais atenção a outros tipos de crédito, sendo que o inverso acontece para os agricultores familiares com menor nível de escolaridade.

Tabela 5 - Características dos estabelecimentos agropecuários familiares, por faixas de escolaridade do seu responsável, receitas do estabelecimento e pela classe de idade do produtor, distinguindo neles os totais de não pronafianos e pronafianos (Pronaf B e outros Pronafs), Brasil, 2017

Variáveis	Estabelecimentos familiares (Unidades)	Distribuição dos não pronafianos	Distribuição dos pronafianos	Entre os que receberam crédito do Pronaf a fonte foi	
				Pronaf B	Pronaf V
<b>Faixas de Escolaridade</b>	<b>3.897.408</b>	<b>25.733</b>	<b>3.871.675</b>	<b>2.732.790</b>	<b>1.138.885</b>
Menos que 1 ano	699.519	1,87%	18,06%	615.879	83.159
1 a 4 anos	1.835.965	39,45%	47,16%	1.280.883	544.931
5 a 8 anos	769.644	21,40%	19,74%	509.755	254.382
9 a 11 anos	483.175	26,24%	12,31%	272.450	203.970
Mais de 11 anos	109.105	11,03%	2,74%	53.823	52.443
<b>Idade do produtor</b>					
Menor de 25 anos	76.054	1,06%	1,96%	58.997	16.784
De 25 a menos de 35 anos	339.830	8,11%	8,72%	241.771	95.971
De 35 a menos de 55 anos	1.546.932	51,39%	39,61%	1.010.760	522.949
De 55 a menos de 75 anos	1.610.862	35,93%	41,37%	1.160.785	440.832
De 75 anos e mais	323.730	3,51%	8,34%	260.477	62.349
<b>Formas de obtenção das receitas do estabelecimento<sup>1</sup></b>					
Produção do estabelecimento	2.951.064	64,68%	50,18%	1.817.978	1.107.814
Outras receitas do estabelecimento	274.025	7,22%	4,65%	163.023	108.183
Outras receitas do produtor	2.644.714	28,10%	45,17%	1.997.494	636.240

Fonte: Censo Agropecuário (2017) – IBGE. Elaboração da autora.

Nota: <sup>1</sup> Considera-se, nessa variável, que o produtor pode ter mais de uma forma de receita do estabelecimento.

Quanto à idade do produtor familiar, verificou-se que eles, no geral, possuem de 55 anos a menos de 75 anos de idade (41,37%); essa grande representatividade foi encontrada entre os pronafianos. Já entre os não pronafianos, 51,39% têm de 35 anos a menos de 55 anos de idade, ou seja, os não pronafianos são mais bem representados pelos produtores mais jovens, quando comparados aos pronafianos.

A respeito da variável “formas de obtenção das receitas do estabelecimento” observa-se que 2.951.064 de estabelecimentos agropecuários familiares têm sua receita proveniente da produção realizada dentro do próprio estabelecimento agropecuário, através da elaboração de produtos vegetais, animais e seus produtos e de produtos da agroindústria. Esse grupo é o que mais adquire o crédito disponibilizado pelo governo. Ao passo que os produtores que também obtêm suas receitas de outras fontes (aposentadoria, pensão, atividades fora do estabelecimento, recebimento de prêmio de Programa Garantia Safra, etc.) acessam mais o crédito Pronaf B, quando comparado ao acesso ao Pronaf V. O viés da aquisição de crédito em favor dos agricultores familiares “mais ricos” também tinha sido verificado por Jesus e Bacha (2018), quando analisaram apenas o caso dos trabalhadores por conta própria, fazendo uso da PNAD 2014.

A análise realizada neste capítulo evidencia a importância de não considerar a categoria de agricultores familiares como um único agregado, mas pelo menos a necessidade de dividi-los entre os elegíveis ao Pronaf B, elegíveis ao Pronaf V e os Não Pronafianos.



## **5 RESULTADOS DOS MODELOS ECONOMÉTRICOS E SUA DISCUSSÃO**

Os resultados econométricos são apresentados em duas subseções. Aqueles, embora dispostos separadamente, são complementares entre si para se analisar os efeitos do crédito do Pronaf sobre a eficiência técnica dos estabelecimentos de agricultura familiar, no Brasil. Os resultados são evidenciados para os três grupos de agricultores familiares: os que são elegíveis ao Pronaf B, os elegíveis ao Pronaf V e os Não Pronafianos, grupos comparáveis quanto as variáveis utilizadas, melhorando a consistência do modelo. Todas as estimações aqui focalizadas foram obtidas utilizando-se o programa estatístico Stata versão 17.

### **5.1 Fronteira de Produção Estocástica**

Inicialmente, no subitem 5.1.1, serão analisadas as estatísticas descritivas dos dados utilizados, apresentando-se informações da variável dependente (valor bruto da produção), das variáveis explicativas (terra, capital, pessoal ocupado e despesas com insumos) e das variáveis que explicam a ineficiência técnica (estar ou não associado a cooperativa, adotar boas práticas agrícolas e ter recebido orientação técnica), referentes às fronteiras de produção dos três grupos de agricultores familiares analisados.

Para a estimação das fronteiras estocásticas, é necessário encontrar uma forma funcional da função de produção, conforme exposto no subitem 5.1.2, no qual também serão abordados os Testes de Razão de Verossimilhança Generalizada para os casos de hipótese nula da função Cobb-Douglas t-normal e da hipótese alternativa da função Cobb-Douglas com ineficiência técnica. A partir desses testes, é possível identificar qual é a melhor forma funcional a ser usada na estimativa da fronteira de produção. Após essa identificação, serão ressaltadas as semelhanças e diferenças das fronteiras estocásticas de produção, referentes a cada grupo: os elegíveis pronafianos B, os elegíveis pronafianos V e os não elegíveis a ser pronafianos, no subitem 5.1.3. Em sequência, no subitem 5.1.4, serão abordadas as comparações sobre os escores de eficiência técnica das três fronteiras de produção estimadas.

#### **5.1.1 Análises descritivas das variáveis usadas nas estimativas das Fronteiras Estocásticas**

A Tabela 6 resume as estatísticas descritivas das variáveis que serão utilizadas na estimação das fronteiras estocásticas de produção, considerando também as variáveis que

explicam a ineficiência técnica. Essas variáveis são: o valor bruto da produção (VBP), terra, capital, pessoal ocupado, despesas com insumos, associação à cooperativa, uso de boa prática agrícola e acesso à orientação técnica. As estatísticas descritivas estão separadas para os grupos de agricultores familiares potencialmente enquadráveis nos grupos Pronaf B, Pronaf V e Não Pronafianos. Comparando-se suas médias, evidenciam-se significativas diferenças entre os grupos estudados, além de grande heterogeneidade dentro dos mesmos, uma vez que os valores do desvio-padrão foram altos para a maior parte das variáveis consideradas.

Os valores médios revelados na Tabela 6 para a variável dependente, Valor Bruto da Produção (VBP), apontam que os agricultores familiares classificados como não beneficiários do Pronaf foram os que mais geraram receita por meio da atividade agropecuária, sendo responsáveis por R\$ 779,68 mil, em média por estabelecimento e, além disso, demonstram o maior desvio-padrão e maior amplitude para esta variável. Isso mostra que esses estabelecimentos são menos homogêneos que os demais. O VPB médio dos agricultores familiares potencialmente beneficiários do Grupo B do Pronaf é bastante inferior ao dos demais grupos, gerando apenas R\$ 5,91 mil por estabelecimento da agricultura familiar no ano de 2017, enquanto os estabelecimentos elegíveis como Pronaf V geram R\$ 68,14 mil por estabelecimento rural, no mesmo ano.

Tabela 6 - Estatísticas descritivas das variáveis utilizadas na estimação da fronteira de produção para os estabelecimentos representativos

Variáveis	Grupo	Obs.	Média	DP	Min.	Máx.
<b>Variável dependente</b>						
VBP (mil reais)	Pronaf B	3.410	5,91	2,53	0,51	68,57
	Pronaf V	3.296	68,14	69,87	6,60	3.187,50
	Não Pronafiano	1.307	779,68	1.098,36	248,75	19.203,86
<b>Variáveis explicativas</b>						
Terra (hectare)	Pronaf B	3.410	16,82	15,85	0,07	298,68
	Pronaf V	3.296	33,96	38,24	0,33	1.227,58
	Não Pronafiano	1.307	60,08	58,82	0,90	1.163,55
Capital (unidades)	Pronaf B	3.410	0,13	0,21	0,00	5,68
	Pronaf V	3.296	0,68	1,04	0,00	35,63
	Não Pronafiano	1.307	2,44	1,40	0,00	7,00
Pessoal ocupado (pessoas)	Pronaf B	3.410	2,25	0,82	0,00	18,92
	Pronaf V	3.296	3,11	3,78	0,00	125,88
	Não Pronafiano	1.307	3,75	2,15	1,00	32,25
Despesas com insumos (mil reais)	Pronaf B	3.410	2,55	3,08	0,00	138,02
	Pronaf V	3.296	17,12	30,62	0,00	1193,01
	Não Pronafiano	1.307	122,93	131,64	0,00	1581,25
<b>Variáveis que explicam a ineficiência<sup>1</sup></b>						
Associado a cooperativa (unidades)	Pronaf B	3.410	0,09	0,13	0,00	0,89
	Pronaf V	3.296	0,26	0,26	0,00	0,98
	Não Pronafiano	1.307	0,49	0,34	0,00	1,00
Continua						
Conclusão						
Variáveis	Grupo	Obs.	Média	DP	Min.	Máx.
<b>Variáveis que explicam a ineficiência<sup>1</sup></b>						
Prática agrícola (unidades)	Pronaf B	3.410	0,50	0,35	0,00	13,84
	Pronaf V	3.296	0,62	0,29	0,00	6,33
	Não Pronafiano	1.307	0,73	0,26	0,00	1,00
Orientação técnica (unidades)	Pronaf B	3.410	0,16	0,15	0,00	0,92
	Pronaf V	3.296	0,40	0,27	0,00	1,00
	Não Pronafiano	1.307	0,67	0,29	0,00	1,00

Fonte: Elaborado pela autora.

Nota<sup>1</sup>: Essas variáveis são apresentadas em casas decimais, pois os estabelecimentos representativos correspondem à média obtida pela divisão do número de estabelecimento de cada variável pelo total de estabelecimento rural de cada município. Por exemplo, o município de Alta Floresta D'Oeste (RO) possui 1.189 estabelecimentos rurais e apenas 112 estabelecimentos são associados às cooperativas, obtendo-se uma média para o município de 0,09; os demais municípios seguem a mesma proporção.



Já no que tange aos fatores de produção – terra, capital, trabalho (ou pessoal ocupado) e despesas com insumos –, o agricultor familiar elegível como Pronaf B utiliza, em média, menos dessas variáveis em seu processo produtivo. Há uma diferença de aproximadamente 17ha a menos nos estabelecimentos representativos dos potenciais Pronafianos B que no grupo dos Pronafianos V, e de 43,3ha a menos, quando comparado ao grupo elegível a Não Pronafiano. Ainda quanto a essas variáveis, é importante destacar que o grupo de potenciais Não Pronafianos se destaca, usando mais desses fatores, sobretudo para a variável despesas com insumos de R\$ 122,93 mil reais (em média por estabelecimento) – representada pela soma dos gastos com adubos, corretivos, agrotóxicos, sementes, mudas, medicamentos para animais, sal e rações e outros suplementos. Esse gasto médio com insumos foi 48 vezes o ocorrido pelo estabelecimento médio representativo do estabelecimento agropecuário elegível ao Pronaf B.

O resultado encontrado para a variável terra (conforme Tabela 6) corrobora o encontrado por Freitas, Silva e Teixeira (2020), em que o grupo de agricultores familiares elegíveis como pronafianos (independentemente do grupo, se B ou V) se destacou por usar menos desse fator. Esses autores, ao buscarem identificar os efeitos do crédito rural sobre o desempenho dos produtores agropecuários brasileiros, encontraram que, em média, os estabelecimentos representativos que não tiveram acesso ao Pronaf revelaram maior área do que as propriedades com acesso ao programa. Entretanto, por outro lado, as propriedades que tiveram acesso ao crédito rural, considerando todas as fontes, apresentaram maior área, quando comparadas aos estabelecimentos que não tiveram acesso a esses tipos de financiamento.

Os estabelecimentos familiares classificáveis como potenciais Pronafianos, seja B, seja V, apresentaram, em 2017, menor frequência absoluta, em relação àqueles elegíveis a não receber nenhum tipo de financiamento do Pronaf, quanto às variáveis que diminuem a ineficiência técnica, a saber: estar associados às cooperativas, receber algum tipo de orientação técnica e fazer uso de boas práticas agrícolas. Por exemplo, em média, por município, havia 0,67 estabelecimento não pronafiano recebendo orientação técnica frente a 0,16 elegível ao Pronaf B e 0,4 elegível ao Pronaf V em 2017.

Ainda em relação a esse grupo de variáveis que explicam a ineficiência, realizando um comparativo entre os potenciais beneficiários do Pronaf B e V, observa-se que os elegíveis ao grupo V se destacam em serem mais associados às cooperativas, fazerem maior uso de boas práticas agrícolas e receberem relativamente mais orientação técnica do que os elegíveis ao Pronaf B.

Segundo Freitas (2014), o recurso de assistência técnica ainda é muito limitado, no país – restrito apenas a 22% dos estabelecimentos agropecuários, os quais ocupam 46% da terra – estando prioritariamente distribuídos entre os agricultores residentes nas Regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil. Nesse caso, é evidente a dificuldade dos pequenos produtores em obter acesso a tal serviço, como é o caso dos Pronafianos B. Esse resultado corrobora o encontrado neste trabalho, pois os Pronafianos V se destacaram por terem mais acesso, em média, à assistência técnica; ademais, verificando-se a principal localização desses tipos de agricultores familiares, nota-se, nos dados do Censo Agropecuário de 2017 (Tabela 3<sup>13</sup>, subtópico 4.2), que as Regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul respondem por 81,28% desse contingente familiar.

### 5.1.2 Estimação da Fronteira Estocástica

Segundo Heady e Dillon (1961), Chambers (1988) e Silva (1996), após a escolha da forma funcional, apresentada no item 3.1.1.3, pode-se realizar o Teste de Razão de Verossimilhança, para verificar o efeito da ineficiência técnica na função de produção. Segundo Silva (2016), esse teste é realizado após a obtenção dos resultados dos modelos e de seus valores de log-verossimilhança (LL). Feito isso, o segundo passo é obter o valor da verossimilhança generalizada (LR), a partir da equação (10), aplicando-se, na sequência, o teste de hipótese, tendo como base a tabela Kodde e Palm (1986), como descrito no subtópico 3.1.1.4.

Para este trabalho, realizar o teste de Razão de Verossimilhança tem por objetivo verificar inicialmente a validade, ou não, da hipótese nula de que o modelo de Mínimos Quadrados Ordinários é a forma funcional mais adequada para representação dos dados, confrontando-o com as especificações da Função Cobb-Douglas com ineficiência técnica. Como apresentado no Apêndice 1, a função Cobb-Douglas com ineficiência técnica demonstrou ser a forma funcional mais adequada quando comparada ao método dos Mínimos Quadrados. Posteriormente, aplicou-se o seguinte teste de hipótese:

$H_0$ : Cobb-Douglas

$H_1$ : Cobb-Douglas com ineficiência técnica

---

<sup>13</sup> É conveniente lembrar que, como ressaltado em nota de rodapé, na Tabela 3, o grupo V do Pronaf foi chamado de “Outros Pronafs”, pois o Censo Agropecuário de 2017 disponibiliza dados apenas para o pronafianos do grupo B e V. Logo, somente para a base de 2017, os “pronafianos exceto tipo B” são representados pelo grupo V do Pronaf. Assim, a fim de padronizar todos os grupos não pertencentes ao B, estes foram chamados de “outros Pronafs”, em ambos os anos da Tabela 3.

Após a estimação dos dois modelos supracitados, verificam-se os respectivos valores de log-likelihood (LL) e, a partir do valor da estatística da Verossimilhança Generalizada (LR).

Na equação (10), o  $LL(H_0)$  refere-se ao valor do *log-likelihood* da estimação pela Cobb-Douglas e o  $LL(H_1)$  refere-se ao valor do *log-likelihood* da estimação da fronteira pela função Cobb-Douglas com ineficiência técnica. O valor crítico da estatística para o Teste de Razão de Verossimilhança Generalizada ( $\tau_{kp}$ ) é obtido da Tabela de Kodde e Palm (1986), com nível de significância de 5%, o qual deve ser comparado ao valor calculado do LR. Se LR for menor ou igual ao valor crítico da estatística da tabela de Kodde e Palm (1986),  $\tau_{kp}$ , aceita-se  $H_0$ , e, sendo o valor de LR maior que  $\tau_{kp}$ , rejeita-se  $H_0$  e se assume, por conseguinte, que a forma funcional do tipo Cobb-Douglas com ineficiência se conforma mais ao modelo em questão, mostrando-se então como a mais adequada para a representação dos dados, dadas as especificações Cobb-Douglas sem ineficiência. Os resultados dos Testes da Razão de Verossimilhança Generalizada (RVG) estão na Tabela 7.

Tabela 7 - Resultados dos Testes de Razão de Verossimilhança Generalizada para os diferentes casos

Casos	H <sub>0</sub>		H <sub>1</sub>		Teste de RVG		
	gl	LL	gl	LL	LR	$\tau_{kp}$	Decisão
Pronaf B	4	- 683,4503	4	-358,9654	648,97	8,761	Rejeita H <sub>0</sub>
Pronaf V	4	516,7488	4	608,9835	184,47	8,761	Rejeita H <sub>0</sub>
Não Pronafiano	4	-811,7025	4	-765,4486	92,51	8,761	Rejeita H <sub>0</sub>

Fonte: Elaborado pela autora, a partir das estimações da Fronteira Estocástica.

Conclui-se, a partir dos resultados apresentados na Tabela 7, que a forma funcional mais adequada para o modelo utilizado neste trabalho é a que inclui a ineficiência técnica, constatando-se, assim, que receber orientação técnica, realizar boas práticas agrícolas e ser associado a cooperativas são importantes para captar a ineficiência técnica no modelo.

### 5.1.3 Resultados das estimações do modelo de fronteira estocástica de produção

A Tabela 8 apresenta, em sua primeira parte, os resultados das estimativas da fronteira de produção (obtidos com base na equação (7) do item 3.1.1.2), para os estabelecimentos potencialmente enquadráveis nos grupos B e V do Pronaf e para os elegíveis a não pronafianos. É importante lembrar que, como todas as variáveis foram transformadas em logaritmo natural, o coeficiente estimado refere-se às elasticidades dos fatores, as quais

devem ser interpretadas em termos percentuais. Para uma melhor visualização e comparação dos resultados, os grupos serão dispostos em uma mesma tabela, como se segue.

Tabela 8 - Estimativas da fronteira de produção para os grupos elegíveis de agricultores familiares - Cobb-Douglas t-normal ineficiência

Equação de produção	Pronaf B				Pronaf V				Não Pronaf			
	Coefficiente	Erro-Padrão	Z	P>z	Coefficiente	Erro-Padrão	Z	P>z	Coefficiente	Erro-Padrão	Z	P>z
<b>Fatores explicativos da eficiência</b>												
$\beta_0$	1,603067	0,0447336	35,84*	0,000	3,372457	0,0272535	123,74*	0,000	6,454335	0,1109347	58,18*	0,000
$\beta_1(\ln A_i)$ TERRA	0,0314137	0,007244	4,34*	0,000	0,0205166	0,0057681	3,56*	0,000	-0,0279646	0,0192032	-1,46 <sup>NS</sup>	0,145
$\beta_2(\ln K_i)$ CAPITAL	-0,0008783	0,0386733	-0,02 <sup>NS</sup>	0,982	0,4483826	0,0140032	32,02*	0,000	-0,1308468	0,03663	-3,57*	0,000
$\beta_3(\ln L_i)$ TRABALHO	0,2995432	0,0321386	9,32*	0,000	0,0868271	0,0127322	6,82*	0,000	0,1013624	0,0391819	2,59*	0,010
$\beta_4(\ln D_i)$ INSUMOS	0,0943697	0,0115424	8,18*	0,000	0,1811766	0,0061096	29,65*	0,000	0,0436784	0,0105044	4,16*	0,000
<b>Fatores explicativos da ineficiência</b>												
$\beta_5$	0,3587995	0,0351822	10,20*	0,000	-3,557624	2,222735	-1,60 <sup>NS</sup>	0,109	-0,7784058	0,6428253	-1,21 <sup>NS</sup>	0,226
$\beta_6(\ln C_i)$ ASS COOP	-6,011705	0,947379	-6,35*	0,000	-31,84984	19,01793	-1,67 <sup>NS</sup>	0,094	0,4544956	0,3292261	1,38 <sup>NS</sup>	0,167
$\beta_7(\ln P_i)$ PRT AGRIC	0,2337709	0,0615566	3,80*	0,000	2,119929	1,347622	1,57 <sup>NS</sup>	0,116	0,9491096	0,6900267	1,38 <sup>NS</sup>	0,169
$\beta_8(\ln T_i)$ ORIENTEC	-1,085278	0,1574662	-6,89*	0,000	-5,400929	3,481908	-1,55 <sup>NS</sup>	0,121	0,0892635	0,5256815	0,17 <sup>NS</sup>	0,865
Usigma_cons	-2,573933	0,120914	-21,29*	0,000	-0,6067922	0,5656085	-1,07 <sup>NS</sup>	0,283	-7,746247	11,00993	-0,70 <sup>NS</sup>	0,482
Vsigma_cons	-4,077589	0,2068781	-19,71*	0,000	-3,375887	0,0333878	-101,11*	0,000	-1,116946	0,2126061	-5,25*	0,000
sigma_u	0,2761071	0,0166926	16,54*	0,000	0,7383066	0,2087962	3,54*	0,000	0,0207933	0,1144666	0,18 <sup>NS</sup>	0,856
Log likelihood	-358,9654				608,9835				-765,4486			
Nº de obs.	3.410				3.296				1307			
Wald chi2(4)	195,79				5.362,85				41,57			
Prob > chi2	0,0000				0,0000				0,0000			

Fonte: Elaborada pela autora, a partir das estimações econométricas.

Significância: \* - significativo a 1%; <sup>NS</sup> - Não significativo a 1%.

A soma dos parâmetros associados aos fatores de produção, utilizados na estimação da fronteira, para todos os grupos de agricultores familiares estudados, foi menor que um, sugerindo que os retornos de escala da função de produção estimada são decrescentes. Isso indica que a produção aumenta menos que o dobro, quando há duplicação dos insumos, ou seja, existe algum fator de produção que opõe barreira ao crescimento dos estabelecimentos analisados. Alves, Souza e Brandão (2006) encontraram retornos decrescentes à escala ao estimarem a função de produção para a agricultura familiar brasileira, enquanto Alves e Souza (2006) também encontraram regiões brasileiras nas quais as famílias enquadradas no Pronaf operavam no ramo de retorno decrescente da função de produção.

Observa-se ainda (Tabela 8) que, no grupo elegível como Pronaf B, todos os fatores de produção considerados e os que explicam a ineficiência foram estatisticamente significativos a 1% ( $p < 0,01$ ), exceto para a variável capital, que também se destacou por ter evidenciado um coeficiente negativo na fronteira de produção.

Nas três fronteiras de produção estimadas, percebe-se que a oferta de crédito rural tende a aumentar consideravelmente a renda dos produtores, dando-lhes a oportunidade de adquirir insumos, bem como facilitando o acesso às tecnologias disponíveis, o que conseqüentemente possibilita um aumento na produção agropecuária. Esse resultado corrobora com o obtido por Neves *et al.* (2018), os quais verificaram que ter acesso a algum tipo de crédito rural leva a consideráveis aumentos na renda familiar rural. Porém, esses autores não encontram apenas efeitos favoráveis às atividades rurais, apontando que o crédito rural fortaleceu a desigualdade da distribuição de renda, no meio rural.

Em média, independentemente de serem elegíveis a Pronaf ou não Pronafianos, os estabelecimentos demonstraram uma relação positiva e estatisticamente significativa para as variáveis trabalho e despesas com insumo no VBP, nas três fronteiras de produção estimadas, sendo de maior impacto no grupo de agricultores que são elegíveis a Pronaf V. Dessa forma, quanto maiores são os gastos realizados com insumos, maior tende a ser o retorno produtivo, ou seja, o uso intensivo de insumo representa aumento de produção.

No grupo classificado como Pronaf B, o fator de produção trabalho tem o maior efeito sobre produção, isto é, se esse fator aumentar em 10%, a produção tende a aumentar em 2,99% o valor da produção. Assim, pode-se afirmar que, para esse grupo de agricultores, o processo produtivo é mão de obra intensivo, enquanto, para os elegíveis a Pronaf V e não Pronaf, o aumento é de apenas 0,86% e 1,01%, respectivamente, para o aumento de 10% no uso de mão de obra. Diversas investigações também identificaram o trabalho como um dos principais fatores determinantes da produção agrícola, encontrando altas elasticidades, tais

como Souza Filho *et al.*, (2011), Fornazier e Vieira Filho, (2012), Freitas, (2014) e Alves e Souza (2015).

Observa-se ainda, com respeito aos coeficientes estimados para as fronteiras estocásticas, que a variável despesas com insumos representa um importante impacto na produção, tendo a segunda maior elasticidade entre os fatores de produção, nos três grupos considerados de agricultores familiares. Isso demonstra uma alta dependência por adubos, corretivos, agrotóxicos, sementes, mudas, medicamentos para animais, sal e rações e outros suplementos, principalmente no que tange aos estabelecimentos possivelmente atendidos pela política de crédito rural do Pronaf, independentemente do grupo, quando comparados aos não pronafianos. Os resultados encontrados indicam que o aumento de 10% nas despesas com insumos causa elevação de 0,9% no valor bruto da produção, se Pronaf B; aumento de 1,8% no VBP, se Pronaf V; e um aumento de 0,4% no VBP, caso o agricultor seja classificado como não pronafiano. Silva (2016) ressalta que a utilização correta das proporções de insumos, como adubos e corretivos, colabora com a eficiência dos produtores.

O coeficiente associado ao fator terra foi estatisticamente significativo apenas na regressão referente aos estabelecimentos representativos elegíveis ao Pronaf (seja do grupo B, seja do grupo V). Uma das razões que explicam a terra como um dos fatores de produção para os pronafianos pode ser a insuficiência de tecnologia e infraestrutura moderna que os mesmos carecem em algumas regiões. No entanto, os coeficientes estimados revelaram os menores efeitos, no processo produtivo (0,0314137, se Pronaf B, e 0,0205166, se Pronaf V), indicando um impacto pequeno dessa variável no valor bruto da produção do estabelecimento.

Freitas (2014), recorrendo à análise das produtividades parciais para verificar o comportamento do fator terra em relação ao tamanho da propriedade, chegou à conclusão de que a afirmação de que os menores estabelecimentos são mais produtivos foi observada somente na situação em que a terra foi considerada como único fator no cálculo da produtividade, ou seja, a produtividade da terra se reduz, à medida que se consideram classes de áreas mais elevadas, o que não é o caso da agricultura familiar, por possuir um tamanho máximo da propriedade.<sup>14</sup> Ainda sobre essa comparação, Freitas *et al.* (2019) verificaram que, para os produtores mais eficientes, mais fraca é essa relação, indicando que eram menos dependentes do fator terra.

Interessante enfatizar ainda que todas as variáveis escolhidas para explicar a eficiência técnica na função de produção dos elegíveis como Pronafianos V – terra, capital,

---

<sup>14</sup> Segundo a Lei nº 11.326, de 24/07/06, o agricultor familiar não pode ser detentor, a qualquer título, de área maior do que quatro módulos fiscais.

trabalho e insumos – indicam coeficientes com sinais positivos e estatisticamente significantes sobre a produção, sendo que os gastos com capital apresentaram o maior impacto na função de produção, sugerindo que um aumento em 10% no capital médio estaria relacionado com uma elevação de 4,48% no valor bruto da produção, ao passo que o fator terra representou o menor impacto sobre este (0,20%), em condições *coeteris paribus*.

Para o grupo caracterizado como não elegível a receber crédito do Pronaf, os resultados da estimação da fronteira de produção dos estabelecimentos representativos mostram que os coeficientes associados aos fatores de produção capital, trabalho e insumos utilizados no processo produtivo foram estatisticamente significantes, sendo que o maior efeito positivo nesse grupo é para pessoal ocupado, indicando que um aumento em 10%, em média, na mão de obra, estaria relacionado com o aumento de 1,01% no valor bruto da produção.

Ainda analisando apenas as colunas da Tabela 8 referentes aos estabelecimentos classificados como não pronafianos, verifica-se que as variáveis terra e capital tiveram efeitos negativos sobre o valor bruto da produção. Contudo, o coeficiente associado ao fator terra não revelou significância estatística. Tal efeito também foi encontrado por Souza, Gomes e Gazzola (2010) e Araújo e Araújo (2016). Não foi descartada a possibilidade de se encontrar algum sinal negativo principalmente com respeito à variável terra, sugerindo que o valor da produção será elevado com a redução da área. Isso é possível em decorrência dos ganhos de produtividade da terra. Como alertado por Luna *et al.* (2021), essa variável pode apresentar significância em algumas propriedades agrícolas ou grupos, como é o caso do obtido com os estabelecimentos classificados como Pronafianos.

Quanto aos gastos com capital, nos estabelecimentos elegíveis como não pronafianos, essa variável atua diminuindo a eficiência (-0,131), ou seja, para 10% de aumento dos gastos com capital, em média, há uma diminuição de 1,31% no valor bruto da produção. Essa relação negativa para o fator capital também foi observada no grupo elegível como Pronafianos B, todavia, como citado anteriormente, essa variável não foi estatisticamente significativa para esse grupo.

Na segunda parte da Tabela 8 (onde estão os resultados da estimativa da equação (8) do item 3.1.1.2), os coeficientes associados às variáveis que captam a ineficiência técnica no modelo foram estatisticamente significantes somente para o grupo classificado como Pronaf B, indicando não existir impactos dessas variáveis sobre o valor bruto da produção dos estabelecimentos representativos e elegíveis como Pronaf V e Não Pronaf.



Para o grupo de agricultores familiares elegíveis ao Pronaf B, de acordo com o sinal dos coeficientes, receber orientação técnica e ser associado a cooperativas levam a uma diminuição da ineficiência da produção para a fazenda representativa. O contrário foi encontrado para o fator uso de boas práticas agrícolas, sugerindo estar positivamente associado à ineficiência, nesses estabelecimentos.

Relação similar ao Pronaf B foi notada por Souza, Gomes e Gazzola (2021), ao analisar a função de produção para os produtores de produtos orgânicos, concluindo que a presença de cooperativas e a assistência técnica afetam positivamente a produção de estabelecimentos com esse tipo de produção. Freitas et al. (2021) confirmaram que a atividade de extensão rural aumenta a eficiência no uso dos insumos produtivos, com maior eficiência técnica encontrada entre os produtores adotantes do que entre os não adotantes.

Trabalho realizado por Braga, Vieira Filho e Freitas (2019) explica que estar associado às cooperativas facilita que produtores obtenham conhecimento sobre técnicas produtivas e melhores preços na comercialização do produto, o que pode estimular e favorecer o aumento da produção dos estabelecimentos cooperados. Isso demonstra a importância do apoio institucional, seja de governos, seja de associações coletivas, principalmente em áreas onde as condições socioeconômicas são menos favoráveis.

Segundo Braga, Vieira Filho e Freitas (2019), o sistema cooperativo possibilita que produtores negociem sua produção em maior escala, obtendo condições favoráveis para o crescimento produtivo dos estabelecimentos integrados às cooperativas e associações. Além disso, a orientação técnica permite que os agricultores tenham maior conhecimento de técnicas produtivas, o que pode elevar a produção.

Nota-se que os resultados das variáveis que captam a ineficiência técnica, no modelo estimado para os agricultores elegíveis ao Pronaf B, estão de acordo com o esperado, exceto quanto à utilização de boas práticas agrícolas no processo produtivo. Inicialmente, esperava-se um aumento da produção, dado o aumento do uso de boas práticas agrícolas, com a redução da ineficiência, ou seja, sinal negativo, demonstrando uma relação inversamente proporcional, pois se acredita que o aumento na adoção das boas práticas agrícolas melhora a capacidade produtiva dos estabelecimentos. Por exemplo, uma das práticas agrícolas geralmente empregada pelos produtores é o plantio em nível. Com isso, os solos se apresentam menos degradados ou, pelo menos, tal degradação é reduzida, o que permite diminuir as perdas de nutrientes, aumentar a absorção destes pelas plantas e, conseqüentemente, aumentar a produção. Entretanto, a relação entre a variável boas práticas agrícolas e a ineficiência mostrou que um aumento de 10% no uso de boas práticas agrícolas

aumenta a ineficiência produtiva em 2,3%. Essa relação inesperada também foi encontrada por Campos, Coelho e Gomes (2012).

Quanto ao impacto positivo das boas práticas agrícolas sobre a ineficiência técnica, deve-se ter em mente que o grupo analisado é constituído dos elegíveis a Pronafianos B e estes estão concentrados, especialmente, na Região Nordeste (como mostrado na Figura 3 do item 4.2.), os quais comprovadamente sofrem com dificuldades na implementação de práticas, acenando a uma má adaptação às mudanças climáticas sobre a produtividade desses agricultores. Essa relação foi comprovada por Castro (2013).

Vale destacar que a categoria Pronaf B da agricultura familiar é praticada por agricultores pertencentes à menor classe de renda (AQUINO *et al.*, 2014; GAZZOLA *et al.*, 2018; LOURENÇO *et al.*, 2017) e de menor área dos estabelecimentos, como observado na Tabela 4 do subtópico 4.2. Esses agricultores possuem muitas fragilidades, entre as quais, as restrições técnicas (usam pouca tecnologia), estando localizados em regiões com problemas climáticos (AQUINO *et al.*, 2014, 2015).

Nesse contexto, para Silva e Vieira Filho (2019), a adaptação dos produtores rurais às mudanças climáticas é indispensável para proporcionar o aumento da produção rural, deixando claro que áreas produtivas localizadas em latitudes tropicais e semitropicais tendem a sofrer mais com o aumento das temperaturas (HUANG; LAMPE; TONGEREN, 2011). Daí a importância da difusão de novas práticas agrícolas citadas por Lybbert e Sumner (2012), a fim de ampliar a capacidade dos agricultores de amenizarem e se adaptarem às mudanças climáticas.

#### **5.1.4 Considerações sobre os escores de eficiência técnica das três fronteiras de produção**

A partir das estimativas das fronteiras estocásticas de produção, foi possível (através da Fórmula 9, apresentada no subitem 3.1.1.2) obter os escores de eficiência técnica ( $ET_i$ ), para os três grupos de agricultores familiares analisados, livres do viés causado por fatores observáveis e não observáveis, conforme se nota na Tabela 9. A maior eficiência média foi obtida para o grupo não elegível como Pronafiano. O escore obtido por esse grupo foi de aproximadamente 93,7%, enquanto os estabelecimentos potencialmente enquadráveis no Pronaf apresentaram eficiências relativamente menores, sendo o escore médio de 79,1%, para o grupo B, e de 93,2%, para o grupo V do Pronaf.

Observa-se, também, maior dispersão da eficiência técnica entre os agricultores elegíveis ao Pronaf B do que os demais (ver a última coluna da Tabela 9). Apenas alguns não pronafianos conseguem ser, no extremo (somando a média e o desvio-padrão), totalmente eficientes. O mais eficiente entre os Pronafianos B atinge 93% de eficiência técnica. Esses resultados indicam que os estabelecimentos sem acesso ao crédito do Pronaf se mostram tecnicamente mais eficientes que os estabelecimentos assistidos pelo crédito.

Resultados similares foram encontrados por Freitas, Silva e Teixeira (2020), os quais evidenciam que produtores agropecuários que usam linhas gerais do crédito rural e os que usam linhas do Pronaf obtiveram eficiências técnicas relativamente menores, com os escores médios de 79,0% e 76,7%, respectivamente. Enquanto as estimativas para produtores que usaram linhas de crédito que não são as oficiais do crédito rural obtiveram escore de eficiência técnica de aproximadamente 80%.

Não obstante, fazendo uso de  $1 - ET_i$ , é possível obter o quando se pode elevar o desempenho produtivo dos estabelecimentos. Neste caso, tem-se que os estabelecimentos agropecuários classificados como Não Pronafianos podem aumentar sua eficiência técnica em até 6,3%; já os Pronafianos B em até 20,9%; e os Pronafianos V em até 6,8%, sem alterar a quantidade utilizada dos fatores de produção.

Tabela 9 – Média e desvio-padrão dos escores de eficiência técnica para os grupos considerados de agricultores familiares

<b>Grupos</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>Coefficiente de Variação</b>
Pronaf B	0,790556	0,1389767	0,175796149
Pronaf V	0,9322356	0,0564741	0,060579214
Não Pronafiano	0,9374465	0,0807656	0,08615489

Fonte: Elaborada pela autora, a partir das estimações econométricas.

Está claro que, em média, os estabelecimentos representativos com acesso ao Pronaf V têm uma maior diferença em seus escores de eficiência técnica, em comparação aos estabelecimentos com acesso ao Pronaf B (14,2 pontos percentuais – p.p.). Esse resultado pode sinalizar um maior ganho (em termos marginais) para o Pronaf V, visto que envolve um grupo com maior número de estabelecimentos, os quais, se conseguirem diminuir entraves na produção, poderão obter maiores ganhos de desempenho.

Esse resultado pode ser explicado pelo fato de os estabelecimentos que acessaram o Pronaf V, como evidenciado na Tabela 6 (subitem 5.1.1), estarem relacionados a quantidades relativamente altas dos fatores de produção (terra, capital, trabalho e insumos) e por se

destacarem quanto a serem associados às cooperativas, fazerem uso de boas práticas agrícolas e receberem orientação técnica. Desse modo, o papel da cooperativas e dos técnicos pode estar mais focado em desenvolver a capacidade gerencial dos agricultores e a transferência de conhecimento, de sorte a fazer uso dos recursos escassos de forma mais eficiente, uma vez que a aquisição de grandes quantidades dos mesmos, bem como uso de tecnologias mais avançadas, ainda é uma limitação para os agricultores familiares, no geral, devido, segundo Peixoto (2014), à restrição orçamentária com que parcela significativa desses estabelecimentos se depara.

De acordo com Del Grossi *et al.* (2019), os elegíveis como Pronafianos V, chamados pelos autores de “classe média dos agricultores familiares”, aumentaram em mais de um milhão, entre 2006 e 2017, enquanto se reduziram os chamados Pronafianos B. Esse resultado vem ao encontro do mostrado na Tabela 9, em que a elevada eficiência técnica obtida pelos Pronafianos V pode ser explicada por uma maior dedicação às atividade agropecuárias, no período, refletindo nos resultados apurados em 2017, ao passo que parte do que em 2006 era Pronafiano B pode ter ido buscar outras fontes de renda e deixou de ter essa classificação em 2017; logo, esse desestímulo à produção agropecuária por parte dos Pronafianos B refletiu diretamente na baixa eficiência obtida por eles.

## **5.2. Propensity Score Matching**

Esta subseção contempla os resultados obtidos e as discussões das estimativas do *Propensity Score Matching*, no qual foram utilizados os escores de eficiência obtidos nas estimações de fronteira estocástica como *outcomes* no pareamento por escore de propensão, a fim de mensurar se o acesso ao crédito rural do Pronaf aumenta a eficiência técnica dos estabelecimentos. Assim, está dividido em três partes: a primeira, item 5.2.1, apresenta as estatísticas descritivas do modelo de PSM referentes aos três grupos de agricultores familiares que fizeram parte das estimações: os elegíveis ao Pronaf B levando em conta 3.410 estabelecimentos agropecuários, os elegíveis ao Pronaf V (3.295 estabelecimentos agropecuários) e os não elegíveis a serem pronafianos (1.306 estabelecimentos agropecuários). Logo após, será detalhado, no item 5.2.2, como foram obtidas as estimações expostas no item 5.2.3. Lembrando que, para esta análise foram considerado

### 5.2.1 Análises descritivas do modelo de *Propensity Score Matching* (PSM)

A Tabela 10 traz a média das variáveis em relação ao total de estabelecimentos para cada tipologia dos potencialmente enquadráveis nos grupos Pronafs (B e V) e Não pronafianos, em nível de Brasil. Observa-se que os dados para os produtores elegíveis a Pronafianos B demonstram maiores taxas de estabelecimentos familiares na condição de possuir energia elétrica, realizar boas práticas agrícolas, em sua propriedade, serem do sexo masculino, possuírem idade mais avançada, serem analfabetos e estarem localizados, de maneira significativa, na Região Nordeste. Por sua vez, os elegíveis ao Pronaf V estão situados, de forma significativa, nas Regiões Sul e Sudeste do Brasil, se destacam por possuir um número expressivo de estabelecimentos associados às cooperativas e receberem relativamente mais orientação técnica.

Tabela 10 - Estatísticas descritivas das variáveis utilizadas no modelo PSM para os estabelecimentos agropecuários

Covariadas	Pronaf B					Pronaf V					Não pronafiano				
	Média	DP	CV	Mín.	Máx.	Média	DP	CV	Mín.	Máx.	Média	DP	CV	Mín.	Máx.
<b>Covariadas relacionadas à produção</b>															
Energia elétrica	435,29	595,05	1,37	0	7758	224,89	277,75	1,24	0	3486	13,37	17,97	1,34	0	180
Cooperativa	22,65	38,88	1,72	0	531	113,84	184,51	1,62	0	2658	8,19	13,60	1,66	0	167
Prática agrícola	287,68	464,85	1,62	0	6946	79,67	133,45	1,67	0	1337	10,84	14,50	1,34	0	174
Orientação técnica	49,35	65,61	1,33	0	687	167,01	241,12	1,44	0	3285	11,01	16,78	1,52	0	182
Homem	412,02	536,42	1,30	2	7506	226,65	271,96	1,20	2	3355	13,57	17,28	1,27	0	179
<b>Covariadas relacionadas às classes de idade do produtor</b>															
Anos2_25amenos35	47,18	93,17	1,97	0	1892	21,06	37,60	1,79	0	478	1,15	1,69	1,47	0	16
Anos3_35ameno45	84,59	140,80	1,66	0	2468	45,34	67,28	1,48	0	872	2,75	3,61	1,31	0	35
Anos4_45amenos55	113,54	156,69	1,38	0	2071	69,73	86,37	1,24	0	1020	4,64	6,46	1,39	0	80
Anos5_55amenos65	129,57	156,39	1,21	0	1628	63,88	72,38	1,13	0	791	3,62	5,22	1,44	0	51
Anos6_65amenos75	101,85	125,60	1,23	0	1360	34,17	36,09	1,06	0	296	1,63	2,69	1,65	0	28
Maior75anos_75amais	51,74	71,09	1,37	0	838	13,02	14,03	1,08	0	117	0,47	0,97	2,05	0	16
<b>Covariadas relacionadas às classes de escolaridade do produtor</b>															
Analfabeto	119,45	212,55	1,78	0	1832	14,02	31,34	2,24	0	679	0,19	0,63	3,35	0	10
Antigo primário	126,78	153,40	1,21	0	1557	88,51	127,69	1,44	0	1927	4,15	7,07	1,70	0	75
Médio	46,89	62,94	1,34	0	1160	37,97	42,56	1,12	0	406	3,08	3,92	1,27	0	34
Superior	10,75	12,03	1,12	0	173	11,20	12,42	1,11	0	116	1,48	2,07	1,40	0	22
<b>Covariadas relacionadas à região de residência do produtor</b>															
Região Norte	0,08	0,27	3,42	0	1	0,06	0,24	3,85	0	1	0,05	0,22	4,37	0	1
Região Nordeste	0,30	0,46	1,52	0	1	0,22	0,41	1,88	0	1	0,06	0,24	3,94	0	1
Região Sudeste	0,29	0,45	1,56	0	1	0,31	0,46	1,49	0	1	0,31	0,46	1,50	0	1
Região Sul	0,24	0,43	1,78	0	1	0,31	0,46	1,51	0	1	0,46	0,50	1,09	0	1
Região Centro-Oeste	0,09	0,28	3,23	0	1	0,10	0,30	2,99	0	1	0,12	0,33	2,65	0	1

Fonte: Elaborada pela autora, a partir das estimações econométricas. Nota: os valores (exceto por regiões) das covariadas são valores absolutos médios por município.

Quanto à covariada cooperativa, foi investigado se o produtor era associado a cooperativas, entidades de classe/sindicatos, associações (inclusive de moradores) ou movimentos de produtores. Nas práticas agrícolas adotadas no estabelecimento agropecuário, foram investigadas as seguintes opções: plantio em curvas de nível, rotação de culturas, pousio/descanso de solos, proteção/conservação de encostas, recuperação de mata ciliar, reflorestamento para proteção de nascentes, estabilização de voçorocas, manejo florestal, entre outras. Já no que se refere ao recebimento de orientação e assistência de técnico especializado em agropecuária, considerou-se como orientação técnica especializada a assistência prestada ao estabelecimento agropecuário por profissionais habilitados, como engenheiros agrônomos, florestais ou agrícolas, veterinários, zootecnistas, biólogos, técnicos agrícolas, tecnólogos de alimentos ou economistas domésticos, com a finalidade de transmitir conhecimento e orientar os produtores agropecuários.

Os registros de idade dos produtores ou das pessoas que dirigem o estabelecimento foram agrupados em seis classes, segundo os intervalos de vinte e cinco a setenta e cinco anos ou mais (até o limite de 110 anos). Ao distribuir os grupos de estabelecimentos nessas faixas etárias, notou-se que, em média, grande parte dos agricultores familiares elegíveis ao Pronaf B estão tem de cinquenta e cinco anos a menos de sessenta e cinco anos de idade. Por seu turno, os Pronafianos V e os Não profianos revelaram que a maioria são mais jovens, com idade entre quarenta e cinco anos a menos de cinquenta e cinco anos de idade.

No que concerne à escolaridade, há grandes diferenças médias entre os estabelecimentos elegíveis ao Pronaf, quando comparados aos não elegíveis a receberem esse crédito. Quanto ao grupo de dirigentes do estabelecimento, os analfabetos são em maior número representados pelos elegíveis como Pronafianos B. No entanto, a maioria dos estabelecimentos de agricultores familiares, sejam ou não elegíveis a Pronafianos, declara que o nível máximo de escolaridade do produtor é o Ensino Fundamental (antigo primário). O resultado dessa covariável se comportou de modo diferente do encontrado por Freitas, Silva e Teixeira (2020), os quais, analisando os diferentes níveis de escolaridade entre os estabelecimentos que receberam crédito rural, observaram que não há grandes diferenças médias entre os estabelecimentos que receberam o crédito rural, considerando todas as fontes, inclusive o Pronaf.

Como era de se esperar, ao se analisar a distribuição geográfica nacional dos estabelecimentos representativos quanto aos elegíveis a receber o crédito do Pronaf B, a Região Nordeste se destaca por possuir maior parte desse contingente, apesar de ter diminuído sua participação, ao longo de 11 anos, de 2006 a 2017, conforme os dados da Figura 3,

subitem 4.2. Já a maioria dos Não pronafianos está localizada na Região Sul do país. Segundo Freitas, Silva e Teixeira (2020), a Região Sul absorveu cerca de 39% do crédito total, 58% do Pronaf (independente da linha) e 35% do montante ofertado por outros programas. A análise implementada pelos autores levou a concluir que o Pronaf parece estar tendo atuação em diversas frentes, visando a atender tanto uma agricultura familiar mais capitalizada quanto uma agricultura familiar mais empobrecida.

### 5.2.2 Avaliação de impacto do Pronaf

A aplicação do *Propensity Score Matching* possibilitou que os estabelecimentos agropecuários das amostras fossem pareados em grupos equiparáveis. Para verificar os efeitos do acesso ao crédito rural, foram identificados três grupos, segundo se verifica no subtópico 3.1.2, a saber:

- GRUPO 1 - representado por estabelecimentos elegíveis a receberem crédito do Pronaf B (tratamento) *versus* estabelecimentos que não são elegíveis a receberem o crédito do Pronaf, ou seja, considerados Não pronafianos (controle);
- GRUPO 2 - composto por estabelecimentos que são elegíveis a receberem crédito do Pronaf B (tratamento) *versus* os que são elegíveis a receberem crédito do Pronaf V (controle);
- GRUPO 3 – composto por estabelecimentos elegíveis a receberem crédito do Pronaf V (tratamento) *versus* os estabelecimentos que não são elegíveis a receberem o crédito do Pronaf, ou seja, Não pronafianos (controle).

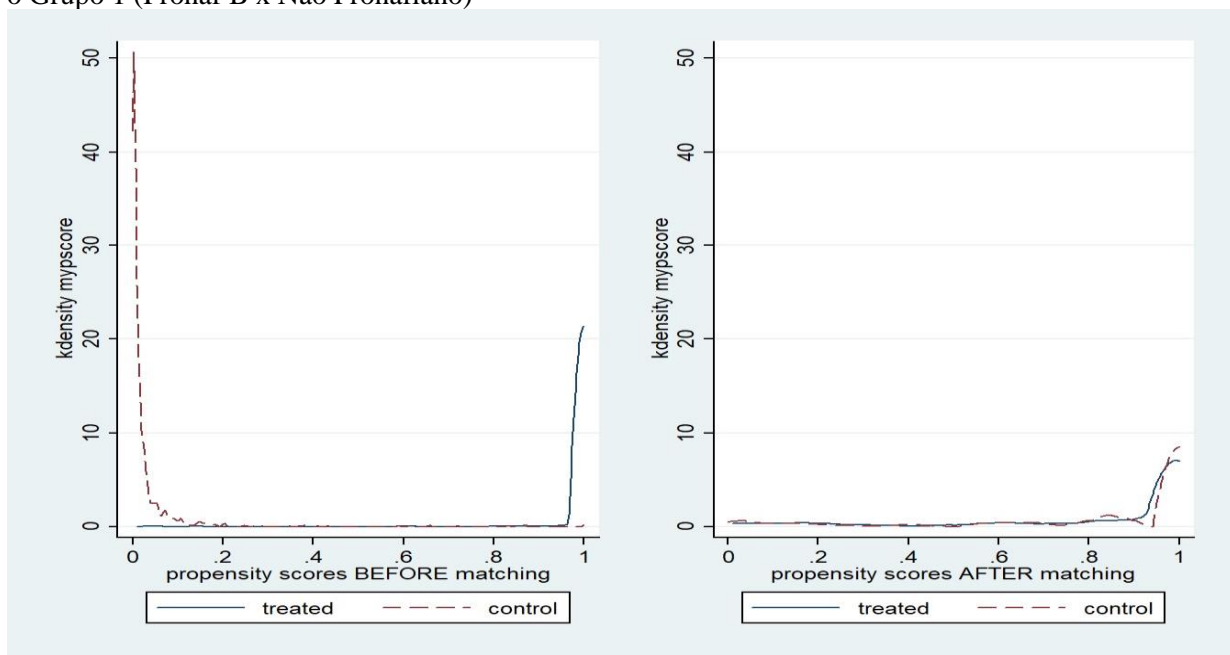
Inicialmente, será estimada, em função do modelo *logit*, a probabilidade de recebimento do tratamento, incluindo participantes e não participantes. Posteriormente, como apresentado no subitem 3.1.2, assumindo que as hipóteses de independência condicional e de condição de sobreposição – a qual requer que o suporte comum seja imposto – foram respeitadas, o próximo passo é realizar o pareamento entre os grupos de tratamento e controle, por meio dos escores de propensão (equação 11, subitem 3.1.2). Assegura-se que os grupos de tratados e de controles estejam dentro do mesmo intervalo, com base no suporte comum, facilitando o emparelhamento entre os grupos de agricultores familiares. Evita-se, assim, pareamentos inadequados, gerando uma situação contrafactual, definidos por Khandker, Koolwal e Samad (2009) como quase clones perfeitos.



Nessa etapa do trabalho, dada a importância em verificar o balanceamento e a distribuição das covariadas, e buscando mitigar o viés de seleção, foi realizado o teste de balanceamento<sup>15</sup> dos escores de propensão entre Grupo 1. Não foi possível verificar a propriedade do balanceamento para os Grupos 2 e 3. Os resultados, denotados na (Tabela A2) em apêndice, indicam que a especificação da equação de participação satisfaz as propriedades de balanceamento com o número máximo de 7 blocos<sup>16</sup>.

O suporte comum entre os grupos de tratamento e controle para as estimações antes do pareamento e pós pareamento, são apresentados na figura 4. Com base nos resultados pode-se inferir que, após o pareamento há sobreposição, isto é, as observações de tratamento tem observações de comparação “próximas” na distribuição do escore de propensão (HECKMAN; LALONDE; SMITH, 1999).

Figura 4 - Distribuição dos escores de propensão antes e depois do balanceamento das covariadas para o Grupo 1 (Pronaf B x Não Pronafiano)



Fonte: Elaborado pela autora, a partir das estimações econométricas, utilizando-se o *software* STATA v13.

Por fim, para determinar as estimativas de impactos que o acesso ao crédito pelos diferentes canais considerados causam na eficiência técnica dos estabelecimentos rurais brasileiros, deve-se proceder ao cálculo do Efeito Médio do Tratamento sobre os Tratados

<sup>15</sup> Rosenbaum e Rubin (1983), usam o balanceamento dos escores  $b(x)$ , para agrupar unidades tratadas e unidades de controle para que as comparações diretas sejam mais robustas.

<sup>16</sup> Esse número de blocos garante que o escore médio de propensão não seja diferente para tratados e controles em cada bloco.

ATT (equação 15 do subitem 3.1.2), tendo-se em vista as três principais técnicas de pareamento disponíveis: *kernel matching*, *nearest-neighbor matching* e *radius matching*, seguindo Cameron e Trivedi (2005), Caliendo e Kopeinig (2008) e Santos (2016).

Assim, para cada efeito do crédito rural sobre a eficiência técnica dos estabelecimentos, o ATT escolhido foi estimado por meio do pareamento por Raio (*matching radius*), o qual apresentou o melhor balanceamento das covariadas, a partir do menor Pseudo-R2 obtido nas especificações dos *matchings*, a fim de que não fossem observadas diferenças sistemáticas e, conseqüentemente, indique maior robustez nas estimativas. Para tal, foram realizados o teste-t e verificada a estatística do Pseudo-R2 e do B de Rubin e R de Rubin. Como se verifica nas tabelas, presente no apêndice, apesar de o Grupo 1 não obter um resultado satisfatório para o B de Rubin, pelo teste t algumas covariadas foram balanceadas<sup>17</sup>. Como não foi possível verificar a propriedade do balanceamento para os Grupos 2 e 3, serão apresentados em apêndice (Tabelas A3 e A4, respectivamente), os testes apenas para o Grupo 1.

Na Tabela 11 está a estimativa do ATT que representa o impacto do Pronaf B sobre a eficiência técnica dos agricultores familiares, segundo o *matching radius*<sup>18</sup>. Com base no sinal do ATT, é possível verificar se os impactos do Pronaf são favoráveis ou não à eficiência técnica dos estabelecimentos. A validação desses valores é feita por intermédio do valor da estatística t de *Student*<sup>19</sup>.

Tabela 11 - Avaliação de impacto do Pronaf – Grupo 1 (Pronaf B x Não Pronafiano)

Pareamento	ATT	Test-t	Desvio-Padrão
<i>Matching Radius*</i>	-0,110138191	-2,94*	0,037509859

Fonte: Elaborado pelo autora, com base nas estimações econométricas.

\*significante a 1%.

A partir do teste de sensibilidade dos limites de Rosenbaum, evidenciado em apêndice (Tabela A5), é possível perceber que a variável de impacto exibe resultados robustos

<sup>17</sup> A questão da escolha da equação de participação no tratamento, conforme descrito por Hainmueller (2012), na prática há uma interação “manual” entre a modelagem do escore de propensão, o pareamento e a verificação do balanceamento até se atingir uma solução de balanceamento satisfatório. Entretanto, a base de dados utilizada é Censo agropecuário, que não tem muita liberdade de escolha para que se possa realizar esse procedimento manual, nesse sentido, optou-se por utilizar a equação de participação descrita nessa subsecção para realizar a inferência causal.

<sup>18</sup> Apresentou o menor PseudoR2. Para consulta dos demais pareamentos e demais grupos, ver Tabela A6, em apêndice.

<sup>19</sup> Segundo Wooldridge (2006), será significativa em um nível de confiança até 10%, se o *test-t* for maior do que 1,28; para significância com confiança de 5%, o *test-t* deve ser superior a 1,96; por fim, para confiança de 1%, o *test-t* precisa ser maior do que 2,06.

à presença de viés de não observáveis, ou seja, pode-se dizer que os resultados do impacto nas variáveis de interesse não exibem viés de não observáveis. Portanto, a partir desse teste de robustez, mesmo havendo a questão de variáveis não observadas que influenciam o comportamento dos agricultores familiares, é possível afirmar que as estimativas encontradas podem ser interpretadas como o efeito causal para a amostra utilizada na estimação.

Como se pode verificar pelo resultado mostrado na tabela 11, o impacto do Pronaf B para o grupo elegível de agricultores familiares é estatisticamente significativo a 1%, possuindo um sinal negativo, de modo a evidenciar que, para esse tipo de agricultor, o crédito do Pronaf B diminui a eficiência técnica em aproximadamente 0,11. Esse resultado é bastante interessante e levanta alguns pontos. O primeiro é que ser beneficiário do Pronaf não garante que o produtor irá adotar as melhores práticas na sua produção em relação ao Não Pronafiano. Note na Tabela 8 que adotar boas práticas agrícolas atua aumentando a ineficiência deste grupo de agricultores; o segundo é que se pode supor que o crédito rural via o Pronaf não tem uma importância fundamental na eficiência técnica desses agricultores, ou seja, os agricultores familiares, ao acessarem o Pronaf, podem não estar preocupados com questões de eficiência, mas sim com outros fatores que estão associados ao processo produtivo, tais como terra, trabalho e insumos (variáveis que atuaram aumentando a eficiência técnica desse grupo de agricultores familiares – cf. Tabela 8). Terceiro, o não pronafiano pode ter acesso a outras linhas de crédito que lhe garantam maior eficiência técnica. Logo, a solução para aumentar o nível de eficiência técnica dos agricultores familiares mais pobres não está em apenas fornecer crédito, mas no tipo de crédito oferecido e no tipo de produção que é destinado o crédito, dado que ser pronafiano não é condição suficiente para ele atingir eficiência técnica em relação a quem não recebeu crédito do Pronaf.

Esse resultado foi parcialmente esperado, uma vez que, com acesso ao crédito rural subsidiado do Pronaf (em especial da linha B), o produtor dispõe de recursos baratos para custeio e investimento nas atividades agropecuárias, o que se esperava ter impacto direto na eficiência técnica desses produtores. No entanto, o resultado encontrado corroboram com as falhas de mercado existentes, dada as distorções no volume crédito e os fatores de produção utilizados por esses produtores, pois o fato do produtor ser elegível e receber o crédito não significa que esteja isento de falhas de mercados citadas. Por isso que é necessário ter uma avaliação de impacto desta política. Assim, fazem-se necessárias melhorias na política de crédito rural, no Brasil, em especial vinculando o Pronaf a linhas que garantam aos seus contemplados aumentarem sua eficiência. Isto, no entanto, dependerá de órgãos

governamentais desenvolverem tecnologias mais propícias ao agricultor familiar mais pobre, considerando suas peculiaridades.



## 6 CONCLUSÃO

A presente pesquisa examinou, utilizando os dados do Censo Agropecuário de 2017, o impacto do crédito rural do Pronaf sobre a eficiência técnica dos estabelecimentos de agricultura familiar, no Brasil. Diante da impossibilidade de acessar os dados, em nível de produtor, quando da realização do trabalho, e da necessidade de mitigar os efeitos da heterogeneidade na amostra, foram adotados estabelecimentos representativos em cada município. Em termos metodológicos, de sorte a mitigar viés decorrente da ausência de suporte comum e/ou de características observáveis, optou-se por adotar o método de PSM, para comparar os agricultores familiares elegíveis que acessaram o Pronaf B e os agricultores familiares que não acessaram o Pronaf .

O impacto negativo do Pronaf B sobre a eficiência técnica dos estabelecimentos de agricultura familiar ressalta que o crédito disponibilizado pelo programa pode estar sendo usado de forma inadequada e ineficiente e/ou então para adquirir tecnologia e elaborar produtos não plenamente condizentes com sua dotação de fatores, visto que os pronafianos V e os não pronafianos são mais eficientes tecnicamente – conforme demonstrado na análise das fronteiras de produção. Esses resultados não refletem uma melhora socioeconômica e produtiva do agricultor, de sua família e de seu estabelecimento, denotando que é necessário compreender qual o papel e como a política de crédito rural do Pronaf, em especial o da linha B, pode auxiliar os agricultores familiares mais pobres a aumentarem sua eficiência técnica. Ademais, é importante que exista um monitoramento e acompanhamento dessa política, a fim de promover um melhor uso dos recursos por parte dos agricultores familiares, em suas atividades agropecuárias dentro de seus imóveis rurais.

Em face da análise realizada nesta investigação, verifica-se que a questão do acesso ao crédito rural, por parte dos agricultores familiares, não é suficiente para que esse produtor procure uma melhor alocação de recursos no processo produtivo. Nessa perspectiva, alguns pontos podem ser lançados, diante desses resultados.

Em primeiro lugar, percebe-se uma falta de entendimento sobre em que medida as políticas agrícolas de concessão de crédito, como, por exemplo, o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura (Pronaf), podem ajudar os produtores familiares a aumentar sua produtividade, com uma melhor assistência técnica, em busca de serem mais eficientes. Os resultados encontrados podem ser um indicativo de que as políticas de crédito rural necessitam de um melhor controle e acompanhamento, de modo a proporcionar um melhor desempenho aos agricultores beneficiados. Com isso, é imperioso que essas políticas levem

sempre em consideração as peculiaridades (biomas e diversidades) onde os imóveis rurais estão inseridos, bem como exista um maior diálogo entre a política de crédito rural do Pronaf com outras políticas destinadas ao produtor rural, como, por exemplo, a pesquisa agropecuária, a orientação técnica e o apoio das cooperativas e das agroindústrias.

A despeito de ser vedada a interferência estatal no funcionamento das cooperativas<sup>20</sup>, as políticas públicas poderiam se beneficiar dessa forma de organização, apresentando-se como relevante medida a serviço do desenvolvimento econômico e social, sanando essas carências socioeconômicas e produtivas, ao tempo em que permite a geração de novos empregos e fontes de renda para a população rural, em especial aquelas mais vulneráveis socialmente.

Portanto, sugere-se ao poder público que, além da continuidade e ampliação do Pronaf, ocorra uma melhoria na distribuição dos recursos entre as regiões brasileiras, no sentido de ampliar o número dos produtores beneficiários e melhorar os resultados obtidos com o programa. Com esses detalhes, é possível garantir uma autonomia para a agricultura familiar, o que se reflete na eficiência da política de crédito rural implementada.

Apesar das limitações, espera-se que esta pesquisa possa contribuir para o levantamento de informações importantes para o debate sobre o crédito rural no Brasil, considerado o impacto da política de crédito rural específica para a agricultura familiar (via o Pronaf) sobre a eficiência técnica nos estabelecimentos de agricultura familiar, no Brasil.

---

<sup>20</sup> Segundo a Constituição Federal de 88, o art. 5, inc. XVIII, prevê que é vedada a interferência estatal no funcionamento das cooperativas, reconhecendo, ainda, que a criação de associações e, na forma da lei, a de cooperativas independe de autorização.

## REFERÊNCIAS

- ABRAMOVAY, R.; PIKETTY, M. G. Política de Crédito do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF): resultados e limites da experiência brasileira nos anos 90. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 53-66, jan./abr. 2005.
- AIGNER, D. J.; CHU, S. F. On estimating the industry production function. **American Economic Association**, Nashville, v. 58, n. 4, p. 826-839, 1968.
- AIGNER, D.; LOVELL, C. A. K.; SCHMIDT, P. Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. **Journal of Econometrics**, Spain, v. 6, p. 21-37, 1977.
- ALMEIDA, P. N. A. **Fronteira de produção e eficiência técnica da agropecuária brasileira em 2006**. 2012. Tese (Doutor em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP, Piracicaba, 2012.
- ALVES, E.; SOUZA, G. S. Estudo de caso de famílias enquadráveis no programa nacional de fortalecimento da agricultura familiar (Pronaf). **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 53, n. 2, p. 107-124, jul./dez. 2006.
- ALVES, E.; SOUZA, G. S. Pequenos estabelecimentos também enriquecem? Pedras e troços. **Revista de Política Agrícola**, v. 24, n. 3, p. 7-21, 2015.
- ALVES, E.; SOUZA, G. S.; BRANDÃO, A. S. P. A situação do produtor com menos de 100 hectares. In: ALVES, E. **Migração rural-urbana, agricultura familiar e novas tecnologias: coletânea de artigos revistos**. Brasília, DF: Embrapa, p. 64-83. 2006.
- ANJOS, F. S.; GODOY, W. I.; CALDAS, N. V.; GOMES, M. C. Agricultura familiar e políticas públicas: impacto do PRONAF no Rio Grande do Sul. **Revista de Economia e Sociologia Rural**. v. 42, n. 3, 2004.
- ANTUNES, R. L.; CAMARA, M. R. G.; NASCIMENTO, S. P.; SEREIA, V. J.; ANHESINI, J. A. R. Programa nacional de crédito da agricultura familiar e impactos nas economias locais no Estado do Paraná. **Revista Economia & Região**, Londrina (PR), v.1, n.1, p. 69-90, jan./jul. 2013.
- AQUINO, J. R.; GAZOLLA, M.; SCHNEIDER, S. Um retrato do lado pobre da agricultura familiar no Estado do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL., 53, 26-29 jul. 2015, João Pessoa. **Anais [...]**. João Pessoa, 2015, 20p.
- AQUINO, J. R.; RADOMSKY, G. F. W.; SPOHR, G.; PEÑAFIEL, A. P. P.; RADOMSKY, C. W. Dimensão e características do público potencial do Grupo B do PRONAF na região Nordeste e no Estado de Minas Gerais. In: SCHNEIDER, S.; FERREIRA, B.; ALVES, F. (org.). **Aspectos multidimensionais da agricultura brasileira: diferentes visões do Censo Agropecuário 2006**. Brasília: IPEA, 2014. p. 7-105.



ARAÚJO, J. A.; ALENCAR, M. O.; VIEIRA FILHO, J. E. R. Crédito Rural e Agricultura Familiar no Brasil: uma avaliação do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar. **Redes. Revista do Desenvolvimento Regional**, v. 25, núm. esp.2, p. 2009-2034, 2020.

ARAÚJO, J. A.; FEITOSA, D. G.; SILVA, A. B. América Latina: productividad total de los factores y su descomposición. **Revista de la CEPAL (on-line)**, v. 114, p. 31-52, 2014.

ARAÚJO, W. B. C.; ARAÚJO, J. A. Produtividade, variação da eficiência técnica e tecnológica na agricultura dos municípios cearenses. **Interações (Campo Grande)**, v. 17, n. 2, p. 223- 233, 2016.

ASSUNÇÃO, J.; CHEIN, F. Condições de crédito no Brasil rural. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Rio de Janeiro, v. 45, n. 2, p. 367-407, abr./jun. 2007.

BACHA, C. J. C. **Economia e política agrícola no Brasil**. Campinas, SP: Alínea, 2018.

BARBOSA, S. B.; COSTA, E. M.; ARAÚJO, J. A.; BARBOSA, G. S. Eficiência dos produtores frutícolas em Petrolina: uma análise de fronteira estocástica. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 49, n. 1, p. 133-148, jan./mar., 2018.

BARROS, E. S.; COSTA, E. F.; SAMPAIO, Y. Análise de eficiência das empresas agrícolas do polo Petrolina/Juazeiro, utilizando a fronteira paramétrica translog. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 42, n. 4, p. 597-614, dez. 2004.

BATTESE, G. E.; COELLI, T. J. A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data. **Empirical Economics**, Pittsburgh, v. 20, n. 2, p. 325-332, 1995.

BATTESE, G. E.; CORRA, G. S. Estimation of a production function model: with application to the pastoral zone of Eastern Australia. **Australian Journal of Agricultural Economics**, Malden MA, v. 21, n. 3, p. 169-179, 1977.

BECKER, S. O.; CALIENDO, M. Sensitivity analysis for average treatment effects. **Stata Journal**, v. 7, n. 1, p. 71-83, 2007.

BECKER S. O.; ICHINO, A. Estimation of average treatment effects based on propensity score. **Stata Journal**, v. 2, n. 4, p. 358-377, 2002.

BITTENCOURT, G. A. **Abrindo a caixa preta: o financiamento da agricultura familiar no Brasil**. 2003. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas, São Paulo, 2003.

BRAGA, M. J.; VIEIRA FILHO, J. E. R.; FREITAS, C. O. Impactos da extensão rural na renda produtiva. **Diagnóstico e desafios da agricultura brasileira**, p. 137-160, 2019.

BRASIL. Banco Central do Brasil (BCB). **Manual de Crédito Rural**. Disponível em: <https://www3.bcb.gov.br/mcr> Acesso em: 24 ago. 2022.

BRAVO-URETA, B. E.; EVENSON, R. E. Efficiency in agricultural production: the case of peasant farmers in eastern Paraguay. **Agricultural economics**, Malden, v. 10, n. 1, p. 27-37, jan. 1994.

BRITO, R. A. **Há espaços para melhora no setor leiteiro?** Uma análise de fronteira estocástica de produção e regressão quantílica utilizando dados do Censo Agropecuário 2006 (IBGE), 2016. 55p. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ, Piracicaba, 2016.

CALIENDO, M.; KOPEINIG, S. Some practical guidance for the implementation of propensity score matching. **Journal of Economic Surveys**, v. 22, n. 1, p. 31-72, 2008.

CAMERON, A. C.; TRIVEDI, P. K. **Microeconometrics Methods and Applications**. Cambridge: Cambridge University Press, 2005.

CAMPOS, S. A. C.; COELHO, A. B.; GOMES, A. P. Influência das Condições Ambientais e Ação Antrópica Sobre a Eficiência Produtiva Agropecuária em Minas Gerais. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba-SP, v. 50, n. 3, p. 563-576, jul./set. 2012.

CARVALHO, D. M.; COSTA, J. E. O Pronaf e a inserção técnico-produtiva nas unidades familiares de Sergipe. **Revista Grifos**, v. 30, p. 350-377, 2020.

CASTRO, C. N. A agricultura no nordeste brasileiro: oportunidades e limitações ao desenvolvimento. **IPEA: boletim regional, urbano e ambiental**, v. 08, jul./dez. 2013.

CASTRO, C. N. Desafios da agricultura familiar: o caso da assistência técnica e extensão rural. **IPEA: boletim regional, urbano e ambiental**, v. 12, jul./dez. 2015.

CAZELLA, A. A.; MATTEI, L.; SCHNEIDER, S. Histórico, caracterização e dinâmica recente do Pronaf–programa nacional de fortalecimento da agricultura familiar. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 42. 2004. Cuiabá-MT. **Anais [...]** Brasília-DF: SOBER, 1-12, 2004.

CHAGAS, A. L. S. **Três ensaios sobre o setor produtor de cana-de-açúcar no Brasil**. Tese (Doutorado em Economia) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo -SP, 2009.

CHAMBERS, R. G. **Applied production analysis: a dual approach**. Cambridge: Cambridge University Press, 1988.

CIAIAN, P.; FALKOWSKI, J.; KANCS, D. Access to credit, factor allocation and farm productivity: evidence from the CEE transition economies. **Agricultural Finance Review**, v. 72, n. 1, p. 22-47, 2012.

COELLI, T. J.; RAO, D. S. P.; O’DONNELL, C. J.; BATTESE, G. E. **An introduction to efficiency and productivity analysis**. 2. ed. New York, NY: Springer, 2005.

COLIENDO, M.; KOPEINING, S. **Some Practical Guidance for the Implementation of Propensity Score Matching**. Germany: The Institute for the Study of Labor (IZA). Discussion paper n° 1588, maio 2005.

CRUZ, N. B. **Efeitos das ocupações não agropecuárias sobre a renda e as horas de trabalho em zonas rurais do Brasil**, 2018. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) – Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Economia Rural, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

DEL GROSSI, M.; FLORIDO, A. C. S.; RODRIGUES, L. F. P.; OLIVEIRA, M. S. Comunicação de pesquisa: delimitando a agricultura familiar nos censos agropecuários brasileiros. **Revista NECAT** –Ano 8, n. 16, jul./dez. 2019.

DUARTE, S. P. S.; COSTA, E. M.; ARAÚJO, J. A. O microcrédito como estratégia de redução da pobreza no nordeste brasileiro: uma avaliação a partir do Programa Agroamigo. **Revista Espacios**, n. 08, fev. 2017.

FEDER, G.; LAU, L. J.; LIN, J. Y.; LUO X. The relationship between credit and productivity in chinese agriculture: A microeconomic model of disequilibrium. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 72, n. 5, p. 115-1157, Dec. 1990.

FERREIRA, B.; SILVEIRA, F. G.; GARCIA, R. C. A agricultura familiar e o Pronaf: contexto e perspectivas. *In*: GASQUES, J. G.; CONCEIÇÃO, J. C. P. R. da (org.). **Transformações da agricultura e políticas públicas**. Brasília: IPEA, 2001. cap.14, p.479-539.

FORNAZIER, A.; VIEIRA FILHO, J. E. R. **Heterogeneidade estrutural no setor agropecuário brasileiro**: evidências a partir do Censo Agropecuário 2006. Texto para Discussão, n. 1708, Rio de Janeiro: IPEA, 2012.

FRANÇA, C. G.; DEL GROSSI, M. E.; MARQUES, V. P. M. A. **O censo agropecuário 2006 e a agricultura familiar no Brasil**. Brasília: MDA, 2009. 95 p.

FREITAS, C. O. **Tamanho dos estabelecimentos e eficiência técnica na agropecuária brasileira**. 2014. Dissertação (Magister Scientiae) – Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2014.

Freitas, C. O.; Silva, F. F.; Braga, M. J.; Neves, M C. R. Rural extension and technical efficiency in the Brazilian agricultural sector. *International Food and Agribusiness Management Review*, 24(2), 2021, 215-232.

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. (org.). **Uma jornada pelos contrastes do Brasil**: cem anos do censo agropecuário. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2020. Cap. 20.

FREITAS, C. O.; TEIXEIRA, E. C.; BRAGA, M. J. Tamanho do Estabelecimento e Eficiência Técnica Na Agropecuária Brasileira. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, XLII., 2016. **Anais** [...]. Florianópolis: ANPEC - Associação Nacional dos Centros de Pós-Graduação em Economia, 2016.

FREITAS, C. O.; TEIXEIRA, E. C.; BRAGA, M. J.; SCHUNTZEMBERGER, A. M. S. Technical efficiency and farm size: an analysis based on the Brazilian agriculture and livestock census. **Italian Review of Agricultural Economics**, v. 74, n. 1, p. 33-48, 2019.

GALAWAT, F.; YABE, M. Profit Efficiency in rice production in Brunei Darussalam: A stochastic frontier approach. **Journal of International Society for Southeast Asian Agricultural Sciences (ISSAAS)**, v. 18, n.1, p. 100-112, 2012.

GAZOLLA, M.; SCHNEIDER, S. Qual “Fortalecimento” da Agricultura Familiar? Uma análise do Pronaf crédito de custeio e investimento no Rio Grande do Sul. **RESR**, Piracicaba-SP, v. 51, n. 1, p. 045-068, jan./mar. 2013.

GAZZOLA, R.; GOMES, E. G.; SOUZA, G. S.; WANDER, A. E. Agricultura orgânica e convencional em Santa Catarina: análise comparativa dos produtores. **Revista Verde**, v. 13, n. 1, p. 89-96, 2018. 10.18378/rvads.v13i1.4233.

GOMES, A. P.; BAPTISTA, A. J. M. S. Análise envoltória de dados: conceitos e modelos básicos. *In*: SANTOS, M. L.; VIEIRA, W. C. (org.). **Métodos Quantitativos em Economia**. Viçosa: UFV, 2004. p. 121-160.

GOMES, E. G.; SOUZA, G. S.; GAZZOLA, R. Caracterização estatística da presença de produção orgânica e sua influência na função de produção agropecuária segundo dados censitários recentes. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, LIII, 2021, João Pessoa. **Anais [...]** Campinas: Galoá, 2021.

GREENE, W. H. Frontier production function. *In*: PESARAN, M.; SCHMIDT, P. (ed.). **Handbook of applied econometrics: microeconomics**. Oxford, UK: Blackwell, 1997. chap.3, p. 81-166.

GRISA, C.; WESZ JUNIOR, V. J.; BUCHWEITZ, V. D. Revisitando o Pronaf: velhos questionamentos, novas interpretações. **RESR**, Piracicaba-SP, v. 52, n. 02, p. 323-346, abr./jun. 2014.

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

HAMPF, A. C. **Avaliação do impacto do Pronaf sobre a agricultura familiar no município de Bonito, Estado de Pernambuco, mediante o uso do Propensity Score Matching**. 2013. Dissertação (Mestrado em Políticas Públicas e Desenvolvimento Rural Sustentável) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2013.

HANLEY, N.; SPASH, C. L. **Farm management research for small farmer development**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1993.

HEADY, E. O.; DILLON, J. L. **Agricultural production functions**. Ames: Iowa State University Press, 1961. 667p.

HECKMAN, J. J. Sample selection bias as a specification error. **Econometrica**, v. 47, n. 1, p. 153-161, 1979.

HECKMAN, J. J.; LALONDE, R. J.; SMITH, J. A. The Economics and Econometrics of Active Labor Market Programs. **Handbook of Labor Economics**, v. 3, p. 1865-2097, 1999.

HECKMAN, J. J.; ICHIMURA, H.; TODD, P. E. Matching as an econometric evaluation estimator: Evidence from evaluating a job training programme. **The Review of Economic Studies**, v. 64, n. 4, p. 605-654, Oct. 1997.

HELFAND, S. M.; MAGALHÃES, M. M.; RADA, N. E. **Brazil's agricultural total factor productivity growth by farm size**. Washington, DC: Inter-American Development Bank, 2015. (IDB Working Paper Series, n. 609).

HOFFMANN, R.; JAMAS, A. L.; KASSOUF, A. L. **Modernização e produtividade da agropecuária em 332 microrregiões homogêneas do Brasil em 1975 e 1980**. Piracicaba: FEALQ-ESALQ/USP, 1990. 146p. (Relatório de pesquisa).

HUANG, H.; LAMPE, F.; TONGEREN, M. Climate change and trade in agriculture. **Food Policy**, n. 36, p. 9-13, 2011.

IBASE. Instituto Brasileiro de Análises Sociais e Econômicas. **Relatório PRONAF**. Resultados da Etapa Paraná. Rio de Janeiro: IBASE, out. 2006.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo agropecuário: resultados definitivos**. Rio de Janeiro, IBGE, 2019. v. 8, p.1-105.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **SIDRA: Banco de tabelas estatísticas**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pecua/default.asp?z=t&o=24&i=P>. Acesso em: 17 ago. 2022.

ICHINO, A. **Methods for the evaluation of labor market policies**. Bologna: University of Bologna and Cepr. 2006.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Caracterização do Público Potencial do PRONAF "B" na Região Nordeste e no Estado de Minas Gerais: Uma análise baseada nos dados do Censo Agropecuário 2006**. Relatório de Pesquisa. Brasília: IPEA, 2013.

JESUS, J. G.; BACHA, C. J. C. Programas de inclusão produtiva e rendimento na agricultura brasileira: o caso dos trabalhadores por conta própria. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 49, n. 2, p. 97-111, abr./jun. 2018.

JOHNSTON, B.F.; MELLOR, J.W. The role of agriculture in economic development. **The American Economic Review**, Nashville, v. 51, n. 4, p. 566-593, Sep. 1961. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/pdfplus/1812786.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2022.

JONDROW, J.; LOVELL, C. A. K.; MATEROV, I. S.; SCHMIDT, P. On the estimation of technical inefficiency in the stochastic frontier production function model. **Journal of Econometrics**, Amsterdam, v. 19, p. 233-238, 1982.

KHANDKER, S. R.; KOOLWAL, G. B.; SAMAD, H. A. **Handbook on Impact Evaluation: Quantitative Method and Practices**. Washington, DC: World Bank, 2009. <http://dx.doi.org/10.1596/978-0-8213-8028-4>.

KODDE, D. A.; PALM, F. C. Wald criteria for jointly testing equality and inequality restrictions. **Econometrica**: Journal of the Econometric Society, p. 1243-1248, 1986.

KOPP, R. J.; SMITH, V. K. Frontier production Function Estimations for Steam Electric Generation: A comparative Analysis. **Southern Econometric Journal**, v. 47, p. 1049-1059, 1980.

KUMBHAKAR, S. C.; GHOSH, S.; MCGUCHIN, J. T. A Generalized Production Frontier Approach for Estimating Determinants of Inefficiency in US Dairy Farms. **Journal of Business and Economic Statistics**, v. 9, p. 279-286, 1991.

KUMBHAKAR, S. C.; LOVELL, C. A. K. **Stochastic frontier analysis**. Cambridge: Cambridge University Press, 2000. 344 p.

LIMA, A. L. R. **Eficiência produtiva da atividade leiteira em Minas Gerais**. 2006. 65p. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

LIMA, J. B. O.; ALMEIDA, P. N. A. Crédito rural e eficiência técnica da agropecuária dos municípios do Estado da Bahia. **Revista Desenhahia**, n. 20, p. 59-90, 2014.

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

LOURENÇO, A. V.; SCHNEIDER, S.; GAZOLLA, M. A agricultura orgânica no Brasil: um perfil a partir do censo agropecuário de 2006. **Extensão Rural**, v. 24, n. 1, p. 42-61, 2017. 10.5902/2318179624514.

LUNA, A. T.; COSTA, E. M.; CAMPOS, R. T.; SOUZA, H. G; SIAS, T. K. M. Função de produção e eficiência técnica da agropecuária cearense. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 53, n. 1, 2021.

LYBBERT, T. J.; SUMNER, D. A. Agricultural technologies for climate change in developing countries: policy options for innovation and technology diffusion. **Food Policy**, v. 1, n. 37, p. 114-123, 2012.

MACEDO, M. A. R. **Impactos do Pronaf sobre produção e investimento de agricultores familiares de Gravatá-PE**. 2017. Dissertação (Mestrado em Administração e Desenvolvimento Rural) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Gravatá, Pernambuco, 2017.

MACHADO, B. S.; NEVES, M. C. R.; BRAGA, M. J.; COSTA, D. R. M. Os impactos do acesso ao Pronaf no Brasil frente à concentração regional: uma análise para a agricultura familiar e as tipologias Pronaf B e Pronaf V. *In*: ENCONTRO REGIONAL DE ECONOMIA, XVII., 2022, Fortaleza. **Anais [...]** Fortaleza: Anpec Nordeste, 2022.

MAGALHÃES, A. M.; SILVEIRA NETO, R.; DIAS, F. M.; BARROS, A. R. A experiência recente do PRONAF em Pernambuco: uma análise por meio de *propensity score*. *In*: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 43., jul. 2005, Ribeirão Preto. **Anais [...]**. Ribeirão Preto, 2005.

MAIA, G. B. S.; PINTO, A. R. Agroamigo: Uma Análise de sua Importância no Desempenho do Pronaf B. **Revista Econômica do Nordeste**. Fortaleza. v. 46, suplemento especial, jul. 2015.

MARIANO, F. Z.; ARRAIS, R. A.; BARBOSA, R. B. Análise longitudinal para avaliação do ensino profissionalizante. *In: Economia do Ceará em Debate*. Fortaleza: Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará – IPECE, 2016.

MARTINS, A. J.; ALENCAR, J. R.; MENDONÇA, E. C. O crédito do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) e a eficiência técnica agrícola brasileira: uma análise para o período de 1996 a 2003. *In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL*, 44., 2006, Fortaleza. **Anais [...]**. Fortaleza, 2006.

MARTINS, A. H.; MONTENEGRO, L. C. C. Distribuição beta log-normal: uma alternativa para análise de tempo de vida de dados de sobrevivência. **Revista da Estatística de Universidade Federal de Ouro Preto**, Ouro Preto, v. 2, p. 249 – 253, out. 2012.

MATTEI, L. **Impactos do Pronaf**: análise de indicadores. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário, Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural, 2005 (Série Estudos NEAD).

MATTEI, L. Políticas públicas de fomento à produção familiar no Brasil: o caso recente do PRONAF. *In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL*, 44., 2006, Fortaleza. **Anais [...]** Brasília: SOBER, 2006.

MATTEI, L. Evolução do crédito do Pronaf para as categorias de agricultores familiares A e A/C entre 2000 e 2010. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 45, n. 3, p. 58-69, jul./set. 2014.

MATTEI, L., WAQUIL, P.; SCHNEIDER, S.; CONTERATO, M.; RADOMSKY, G.; NAMIZAKI, G.; NIEDERLE, S. Uma análise dos impactos do PRONAF sobre as economias locais nas regiões Nordeste, Sudeste e Norte do Brasil. *In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL*, 45, 2007, Londrina. **Anais [...]** Brasília: SOBER, 2007. v.1. p. 1-22.

MAURITTI, R.; MARTINS, S. C.; COSTA, A. F.; ANTUNES, A. S. Utilização de bases de microdados na investigação em ciências sociais. **Revista de Estatística do INE**, v. 2, p. 49-64, 2002.

MEEUSEN, W.; BROECK, J. V. D. Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error. **International Economic Review**, Washington, v. 18, n. 2, p. 435-444, 1977.

MORENO, V. T.; MONTE, P. A. Avaliando o impacto dos rendimentos de aposentadoria no mercado de trabalho brasileiro. **Revista de Economia**, v. 39, n. 3, ano 37, p. 59-76, set./dez. 2013.

NASCIMENTO, C. A.; AQUINO, J. R.; DEL GROSSI, M. E. Tendências recentes da agricultura familiar no Brasil e o paradoxo da pluriatividade. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 60, n. 3, e240128, 2022.

NEVES, M. D. C. R.; FREITAS, C. O.; SILVA, F. F.; COSTA, D. R. M.; BRAGA, M. J. Rural credit and income differential in Brazil: an unconditional quantile regression approach. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA – ANPEC*, 46., 2018, Rio de Janeiro. **Anais [...]** Rio de Janeiro: ANPEC, 2018.

NIQUITO, T. W.; ELY, R. A.; RIBEIRO, F. G. Avaliação de Impacto das Assistências Técnicas do Sistema S no Mercado de Trabalho. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, v. 72, n. 2, abr./jun. 2018.

OLIVEIRA, K. L. P. **Endogeneidade em fronteiras estocásticas de produção com modelos de um e dois estágios: uma aplicação com dados do Censo Agropecuário**. 2019. Dissertação (Mestrado em Estatística) – Universidade de Brasília, Brasília - DF, 2019.

PAULA, F. A.; CUNHA, D. A.; PIRES, M. V.; SPARES, T. C.; LIMA, A. L. R. Efeito da precipitação sobre a eficiência técnica de produtores de café. **Espacios**, v. 35, n. 5, p. 6, 2014.

PEIXOTO, B. T.; ANDRADE, M. V.; AZEVEDO, J. P. **Prevenção e controle de homicídios: uma avaliação de impacto no Brasil**. Textos para discussão n° 337. Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar, 2008.

PEIXOTO, M. Mudanças e desafios da extensão rural no Brasil. *In: BUAINAIN, A. M.; ALVES, E.; SILVEIRA, J. M.; NAVARRO, Z. (ed.) O mundo rural no Brasil do século 21*. A formação de um novo padrão agrário e agrícola. Brasília: EMBRAPA, 2014.

PEREIRA FILHO, C. A. **Eficiência econômica da pequena produção familiar agrícola no recôncavo do Estado da Bahia: uma análise não-paramétrica de fronteiras de produção multi-produto**. 2020. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP, 2020.

RAMOS, E. B. T.; VIEIRA FILHO, J. E. R. O efeito do cooperativismo “agropecuário” e “de crédito” no desenvolvimento regional da agricultura familiar no Brasil. *In: CONGRESSO DA SOBER*, 59., ago. 2021, Brasília – DF. **Anais [...]**. Brasília – DF: SOBER, 2021a.

RAMOS, E. B. T.; VIEIRA FILHO, J. E. R. **Cooperativismo e associativismo na produção agropecuária de menor porte no Brasil**. Texto para discussão. Brasília-DF: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2021b.

RAMOS, M. Aspectos conceituais e metodológicos da avaliação de políticas e programas sociais. **Planejamento e políticas públicas**, [s.n.], n. 32, p. 95-115, 2009.

REBELLO, A. Seca de 2012 a 2017 no semiárido foi a mais longa na história do Brasil. **UOL**, 3 mar. 2018. Disponível em: <https://bit.ly/2YZCPvf>. Acesso em: 06 jan. 2021.

REIFSCHNEIDER, D.; STEVENSON, R. Systematic Departures from the Frontier: A Framework for Analysis of Firm Inefficiency. **International Economic Review**, v. 32, p. 715-723, 1991.



- REIS, C. V. S.; MOREIRA, T. B. S.; VILPOUX, O. F. Fatores que Afetam a Eficiência Técnica de Produção em Assentamentos Rurais: fronteira estocástica e Two-Limit Tobit. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília-DF, v. 56, n. 3, jul./set. 2018.
- ROCHA JUNIOR, A. B.; CASSUCE, F. C. C.; CIRINO, J. F. Determinantes do uso do crédito rural do Pronaf em 2014. **Revista de Política Agrícola**, Brasília-DF, v. 26, n. 2, p. 100-114, 2017.
- ROSENBAUM, P. R. **Design of observational studies**. New York: Springer, 2010.
- ROSENBAUM, P. R.; RUBIN, D. B. The central role of propensity score in observational studies for causal effects. **Biometrika**, v. 70, n. 1, p. 41-55, 1983.
- SAMBUICHI, R. H. R.; GALINDO, E. P.; OLIVEIRA, M. A. C.; PEREIRA, R. M. A diversificação produtiva como forma de viabilizar o desenvolvimento sustentável da agricultura familiar no Brasil. *In*: MONASTERIO, L. M.; NERI, M. C.; SOARES, S. S. D. (org.). **Brasil em desenvolvimento: Estado, planejamento e políticas públicas**. Brasília-DF: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2014. v. 2, cap. 3, p. 61-84.
- SANTOS, J. A.; VIEIRA, W. C.; BAPTISTA, A. J. M. S. Eficiência técnica em propriedades leiteiras da microrregião de Viçosa-MG: uma análise não-paramétrica. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, v. 7, n. 2, 2011.
- SANTOS, L. F. **As práticas agrícolas nos estabelecimentos agropecuários do semiárido: mudanças e perspectivas na busca por uma agricultura sustentável**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.
- 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, p. 299-324, 2013.
- SCHERER, C. E. M.; PORSSE, A. A. Eficiência produtiva regional da agricultura brasileira: uma análise de fronteira estocástica. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba - SP, v. 55, n. 02, p. 389-410, abr./jun. 2017.
- SCHNEIDER, S.; CAZELLA, A. A.; MATTEI, L. histórico, caracterização e dinâmica recente do Pronaf – Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar. **Revista Grifos**, v. 30, n. 51, p. 12-41, 2021.
- SCHROTH, G.; RUF, F. Farmer strategies for tree crop diversi & cation in the humid tropics. A review. **Agronomy for sustainable development**, v. 34, n. 1, p.139, 2014.
- SCHUNTZEMBERGER, A. M. D. **Evidências do impacto do cooperativismo de crédito na agropecuária brasileira**. 2016. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Econômico) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.
- SILVA, L. A. C. **A função de produção da agropecuária brasileira: diferenças regionais e evolução no período 1975-1985**. 1996. 157p. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.

SILVA, A. F. **Eficiência da produção agrícola nas microrregiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste**. 2016. 120 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-Graduação em Economia, Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2016.

SILVA, F. F.; CORREA, V. P.; NEDER, H. D. Estudo comparativo da distribuição de recursos do Pronaf crédito e Infraestrutura, nas regiões Sul e Nordeste do Brasil: uma abordagem estatística. *In*: ORTEGA, A. C.; ALMEIDA FILHO, N. (org.). **Desenvolvimento Territorial, segurança alimentar e economia solidária**. Campinas: Alínea, 2007. p. 123-158. v. 1.

SILVA, F. P.; VIEIRA FILHO, J. E. R. Crescimento agrícola, eficiência técnica e sustentabilidade ambiental. Texto para discussão 2445. Brasília-DF; Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2019.

SILVA, M. A. D. P.; GOMES, M. F. M.; SANTOS, M. L. Análise da eficiência tecnológica dos agricultores familiares e sua comparação com a distribuição dos recursos do Pronaf. **Informe Gepec**, v. 12, n. 2, p. 1-19, 2008.

SOUZA, G. S.; ALVES, E. R. A.; GOMES, E. G.; MAGALHÃES, E.; ROCHA, D. P. Um modelo de produção para a agricultura brasileira e a importância da pesquisa da Embrapa. *In*: ALVES, E. R. A.; SOUZA, G. S.; GOMES, E. G. (org.). **Contribuição da Embrapa para o desenvolvimento da agricultura no Brasil**. 1. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2013. v. 1, p. 49-86.

SOUZA, G. D.; GOMES, E. G.; GAZZOLA, R. Produção orgânica na renda bruta agropecuária: Estudo baseado nos dados do censo agropecuário de 2017. **Revista Verde**, v. 16, n. 1, p. 60-70, jan./mar. 2021.

SOUZA, G. S.; GOMES, E. G.; ALVES, E. R. A. Função de produção com base nos microdados do Censo Agropecuário de 2017. **Revista de Política Agrícola**, ano 29, n. 4, 2020.

SOUZA, G. S.; GOMES, E. G.; GAZZOLA, R. Eficiência técnica na agricultura brasileira: uma abordagem via fronteira estocástica. *In*: SIMPÓSIO DE PESQUISA OPERACIONAL E LOGÍSTICA DA MARINHA, 13., 2010, Rio de Janeiro. **Anais [...]** Rio de Janeiro, 2010.

SOUZA, P. M.; NEY, M. G.; PONCIANO, N. J. Evolução da distribuição dos financiamentos do PRONAF entre as unidades da federação, no período de 1999 a 2009. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, v. 65, n. 3, p. 303-313, jul./set. 2011.

SOUZA, P. M.; PONCIANO, N. J.; NEY, M. G.; FORNAZIER, A. Análise da Evolução do Valor dos Financiamentos do Pronaf-Crédito (1999 a 2010): número, valor médio e localização geográfica dos contratos. **RESR**, Piracicaba-SP, v. 51, n. 2, p. 237-254, abr./jun. 2013.

SOUZA, R. V. C. C.; SANTANA, F. S.; SENA, M. G. C. O acesso às inovações nos sistemas da agricultura familiar tradicional e em assentamentos da reforma agrária. *In*: ENCONTRO DA REDE DE ESTUDOS RURAIS, I., 2006, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro, 2006.

SOUZA FILHO, H. M.; BUAINAIN, A. M.; GUANZIROLI, C.; BATALHA, M. O. Agricultura familiar e tecnologia no Brasil: características, desafios e obstáculos. *In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, SOCIOLOGIA E ADMINISTRAÇÃO RURAL*, 42., 2004, Cuiabá-MT. **Anais [...]**. Cuiabá-MT, 2004.

SOUZA FILHO, H. M.; BUAINAIN, A. M.; SILVEIRA, J. M. F. J.; BRANDÃO VINHOLIS, M. M. B. Condicionantes da adoção de inovações tecnológicas na agricultura. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 28, n. 1, p. 223-255, 2011.

TIMMER, A. C. P. Using a probabilistic frontier production function to measure technical efficiency. **Journal of Political Economy**, London, v. 79, n. 4, p. 776-794, 1971.

VIEIRA FILHO, J. E. R. Heterogeneidad estructural de la agricultura familiar en el Brasil. **Revista Cepal**, Vitacura, Santiago de Chile, v. 111, p. 103-121, 2013.

VIEIRA FILHO, J. E. R.; FORNAZIER, A. Agricultural productivity: closing the gap between Brazil and the United States. **Revista CEPAL**, Vitacura, Santiago de Chile, v. 118, p. 203-220, 2016.

VIEIRA FILHO, J. E. R.; FISHLOW, A. **Agricultura e indústria no Brasil**: inovação e competitividade. Brasília: IPEA, 2017.

WOOLDRIDGE, J. M. **Introdução à Econometria**. São Paulo: Thomson Learning, 2006.

## APÊNDICE

Tabela A1 - Resultados dos Testes de Razão de Verossimilhança Generalizada para Ho: Mínimos Quadrados Ordinários *versus* H1: Cobb-Douglas com ineficiência técnica.

Casos	Ho		H1		Teste de RVG		
	gl	LL	gl	LL	LR	$\tau_{kp}$	Decisão
Pronaf B	4	-700,6730	4	-358,9654	683,42	8,761	Rejeita Ho
Pronaf V	4	516,749	4	608,9835	184,47	8,761	Rejeita Ho
Não Pronafiano	4	-848,2416	4	-765,4486	92,51	8,761	Rejeita Ho

Fonte: Elaborado pela autora, a partir das estimações da Fronteira Estocástica.

Tabela A2 – Balanceamento das covariadas – Grupo 1 (Pronaf B x Não Pronaf)

Inferior of block of pscore	Tratamento		Total
	0	1	
0,0086566	537	11	548
0,125	28	13	41
0,25	12	7	17
0,5	8	21	29
0,75	5	3.050	3.055
0,875	2	308	310
Total	592	3.410	4.002

Fonte: Elaborada pelo autora, a partir das estimações econométricas.

Tabela A3 - *Pstest* – teste de escolha do modelo a ser analisado

Grupo	Pareamento	Pseudo R2	LR chi2	Viés Médio	Viés Mediano	B	R
1 - Pronaf B x Não Pronafiano	<i>Matching Kernel</i>	0,479	349,34	14,7	2,4	196,8*	1,79
	<i>Matching Nearest Neighbor</i>	0,588	428,62	9,7	6,4	232,5*	8,00*
	<i>Matching Radius</i>	0,473	344,79	14,5	2,4	193,9*	1,87
<b>Suporte comum</b>				[.00865657; 1]			

Fonte: Elaborada pelo autora, a partir das estimações econométricas.

\* if B>25%, R *outside* [0.5; 2]

Nota: Devido ao não pareamento dos dados para os grupos 2 (Pronaf B x Pronaf V) e 3 (Pronaf V e Não Pronaf), não foi possível obter as informações para os respectivos grupos.

Tabela A4 - Test-t – teste de diferença de médias entre tratados e controles - *Matching Radius*

Variable	Mean		%bias	t-test		V(T)/V(C)
	Treated	Control		t	p> t	
Norte	0,02281	0,00613	6,8	1,6	0,109	.
Nordeste	0,08365	0,38143	-81,4	-8,62	0	.
Sudeste	0,50951	0,20008	67,5	7,82	0	.
Sul	0,31559	0,06388	54,3	7,76	0	.
energia	29,38	15,478	3,3	6,64	0	4,13*
associadocoop	7,8061	1,8747	20,4	5,12	0	10,65*
praticaagric	18,837	17,963	0,3	0,5	0,618	3,47*
orientacaotec	13,19	4,5179	18,1	5,57	0	2,09*
homem	29,186	28,577	0,2	0,31	0,758	4,48*
anos2	1,4487	0,37634	1,6	7,57	0	2,49*
anos3	3,7719	3,8818	-0,1	-0,27	0,784	2,62*
						Continua
anos4	7,3498	6,6241	0,7	1,14	0,255	6,75*
anos5	10,373	13,008	-2,4	-2,98	0,003	2,13*
anos6	7,7605	7,5082	0,3	0,58	0,561	2,40*
maior75anos	3,2776	2,3227	1,9	5,83	0	2,14*
analfabeto	2,2053	4,1265	-1,3	-5,94	0	0,43*
antigoprimary	12,27	7,4113	4,5	4,72	0	5,90*
medio	5	4,6499	0,8	0,91	0,364	4,02*
superior	2,7262	3,6185	-10,3	-3,37	0,001	1,67*

Fonte: resultados da pesquisa

Conclusão

Nota: \* if variance ratio outside [0,78; 1,27]

Tabela A5 - Análise de sensibilidade (*Rosenbaum bounds*) – Grupo 1 (Pronaf B x Não Pronaf)

<b>Gamma</b>	<b>sig+</b>	<b>sig-</b>	<b>t-hat+</b>	<b>t-hat-</b>	<b>CI+</b>	<b>CI-</b>
1	0	0	-0,094948	-0,094948	-0,105881	-0,084591
1,05	0	0	-0,096745	-0,093196	-0,108252	-0,082773
1,1	0	0	-0,098301	-0,091455	-0,110545	-0,081031
1,15	0	0	-0,100157	-0,089783	-0,11257	-0,079367
1,2	0	0	-0,101805	-0,088141	-0,114351	-0,077875
1,25	0	0	-0,103478	-0,08673	-0,116266	-0,07644
1,3	0	0	-0,105132	-0,08519	-0,118121	-0,074914
1,35	0	0	-0,106878	-0,083861	-0,120007	-0,073572
1,4	0	0	-0,108491	-0,08258	-0,12156	-0,072232
1,45	0	0	-0,110293	-0,081242	-0,123242	-0,070992
1,5	0	0	-0,111667	-0,080065	-0,124806	-0,06983
1,55	0	0	-0,113134	-0,078842	-0,126372	-0,068833
1,6	0	0	-0,114459	-0,077811	-0,127885	-0,067867
1,65	0	0	-0,115913	-0,07678	-0,129337	-0,066968
1,7	0	0	-0,117243	-0,075617	-0,130729	-0,065994
1,75	0	0	-0,118588	-0,074668	-0,132105	-0,065131
1,8	0	0	-0,119886	-0,073619	-0,133602	-0,064322
1,85	0	0	-0,120994	-0,072678	-0,13505	-0,063515
1,9	0	0	-0,122216	-0,071823	-0,136636	-0,062747
1,95	0	0	-0,123397	-0,070915	-0,138077	-0,062122
2	0	0	-0,124453	-0,070088	-0,139535	-0,061377
2,05	0	0	-0,125589	-0,069399	-0,140921	-0,060777
2,1	0	0	-0,126701	-0,068651	-0,142256	-0,060149
2,15	0	0	-0,127697	-0,067943	-0,143442	-0,059578
2,2	0	0	-0,128747	-0,067295	-0,144692	-0,059012

Fonte: Elaborada pela autora, a partir das estimações econométricas.

Tabela A6 - Avaliação de impacto do Pronaf para os diferentes grupos de agricultores familiares

<b>Grupos</b>	<b>Pareamento</b>	<b>ATT</b>	<b>Test-t</b>	<b>Desvio Padrão</b>
(Pronaf B x Não Pronafiano)	<i>Matching Kernel</i>	-0,110270128	-2,89	0,038125347
	<i>Matching Nearest Neighbor</i>	-0,096157327	-14,49	0,00663759
	<i>Matching Radius</i>	-0,110138191	-2,94	0,037509859
(Pronaf B x Pronaf V)	<i>Matching Kernel</i>	-0,092352135	-10,12	0,009124539
	<i>Matching Nearest Neighbor</i>	-0,05580545	-16,12	0,003460846
	<i>Matching Radius</i>	-0,091535381	-10,21	0,008966279
(Pronaf V x Não Pronafiano )	<i>Matching Kernel</i>	-0,058551856	-3,92	0,01492671
	<i>Matching Nearest Neighbor</i>	-0,01877157	-6,36	0,002952004
	<i>Matching Radius</i>	-0,110138191	-2,94	0,037509859

Fonte: Elaborada pela autora, a partir das estimações econométricas.