

<b>Título do capítulo</b>	CAPÍTULO 17 – PARTICIPAÇÃO EM COOPERATIVAS E EFICIÊNCIA TÉCNICA ENTRE AGRICULTORES FAMILIARES NO BRASIL
<b>Autores(as)</b>	Rayssa Alexandre Costa Carlos Andres Charris Vizcaino Edward Martins Costa
<b>DOI</b>	<a href="http://dx.doi.org/10.38116/978-65-5635-011-0/cap17">http://dx.doi.org/10.38116/978-65-5635-011-0/cap17</a>

<b>Título do livro</b>	UMA JORNADA PELOS CONTRASTES DO BRASIL: CEM ANOS DO CENSO AGROPECUÁRIO
<b>Organizadores(as)</b>	José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho José Garcia Gasques
<b>Volume</b>	-
<b>Série</b>	-
<b>Cidade</b>	Brasília
<b>Editora</b>	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea)
<b>Ano</b>	2020
<b>Edição</b>	-
<b>ISBN</b>	978-65-5635-011-0
<b>DOI</b>	<a href="http://dx.doi.org/10.38116/978-65-5635-011-0">http://dx.doi.org/10.38116/978-65-5635-011-0</a>

© Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – ipea 2020

As publicações do Ipea estão disponíveis para *download* gratuito nos formatos PDF (todas) e EPUB (livros e periódicos). Acesse: <http://www.ipea.gov.br/portal/publicacoes>

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou do Ministério da Economia.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

## PARTICIPAÇÃO EM COOPERATIVAS E EFICIÊNCIA TÉCNICA ENTRE AGRICULTORES FAMILIARES NO BRASIL

Rayssa Alexandre Costa<sup>1</sup>  
Carlos Andres Charris Vizcaino<sup>2</sup>  
Edward Martins Costa<sup>3</sup>

### 1 INTRODUÇÃO

O cooperativismo é uma das maneiras pelas quais o produtor pode melhorar sua tecnologia a fim de obter maior eficiência produtiva, bem como melhorar sua qualidade de vida. Esse tipo de organização aprimora a capacidade dos produtores em levar com maior facilidade os produtos ao mercado e viabiliza o atendimento às múltiplas demandas dos consumidores.

De acordo com o IBGE (2017), estima-se que de tudo que é produzido no campo, aproximadamente 48% têm alguma relação com o cooperativismo. Conforme a Organização das Cooperativas do Brasil (OCB),<sup>4</sup> as cooperativas agropecuárias foram responsáveis por impulsionar a produção, modernizar o campo, investir em novas tecnologias e conquistar o mercado internacional (OCB, 2020).

Dentre as vantagens que são oferecidas aos produtores associados às cooperativas agropecuárias, destacam-se o maior poder de barganha na compra de insumos e a maior capacidade de venda de seus produtos, bem como o acesso mais facilitado a mercados, prestação de serviços e tecnologias (Brasil, 2020; Sexton e Iskow, 1988; Zhang *et al.*, 2007). Todos esses fatores são importantes no sentido de aumentar a competitividade desses produtores e reduzir as falhas de mercado.

O número de estabelecimentos associados a cooperativas cresceu em torno de 67% entre 2006 e 2017, segundo dados do IBGE (2017). É importante ressaltar ainda que grande parte dos produtores associados a cooperativas é agricultor familiar. Essas informações deixam uma questão aberta acerca dos efeitos do cooperativismo sobre a produtividade/eficiência técnica desses produtores.

Em estudo sobre eficiência técnica dos estabelecimentos agropecuários brasileiros e utilizando uma tabulação especial dos microdados do Censo Agropecuário 2006, Freitas *et al.* (2016) mostraram que um dos componentes que reduz a ineficiência dos produtores brasileiros é a associação a cooperativas. Já Neves *et al.* (2019) – também utilizando esses mesmos dados – verificaram que, tendo como base de comparação a região Sul, o fato de estar associado a cooperativas agropecuárias nas regiões Sudeste e Centro-Oeste causou impacto positivo na produção dos agricultores, mas isso não foi observado nas regiões Norte e Nordeste, que obtiveram efeitos negativos.

Portanto, como forma de contribuir com a literatura de eficiência técnica e cooperativismo, procura-se avaliar sobre como o desempenho produtivo dos agricultores familiares nos municípios é afetado pelo cooperativismo, utilizando a combinação de dois métodos: análise de fronteira estocástica (*stochastic frontier analysis* – SFA) e *propensity score matching* (PSM). O corte para agricultores familiares se justifica pela relevância desse grupo na economia do país, bem como a sua participação no total de produtores que são associados a cooperativas.

Muitos estudos combinam esses métodos utilizando, inicialmente, o PSM para parear a amostra e, em seguida, estimar a fronteira de produção, como Mayen *et al.* (2010), Bravo-Ureta *et al.* (2012) e Silva *et al.* (2017). No

1. Pesquisadora do Núcleo de Estudos de Economia Agropecuária (ne<sup>2</sup>agro), do Ipea e do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), na Diretoria de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais (Dirur) do Ipea. *E-mail*: <rayssa.costa@ipea.gov.br>.

2. Pesquisador do ne<sup>2</sup>agro, do Ipea e do Mapa, na Dirur/Ipea. *E-mail*: <carlos.vizcaino@ipea.br>.

3. Professor do Programa de Pós-Graduação em Economia Rural da Universidade Federal do Ceará (PPGER/UFC) e pesquisador de produtividade em pesquisa 2 do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). *E-mail*: <edwardcosta@ufc.br>.

4. A OCB é o principal órgão de representação das cooperativas. Além deste, há outras organizações ligadas a agricultura como a União Nacional das Cooperativas da Agricultura Familiar e Economia Solidária (Unicafes) e a Confederação das Cooperativas de Reforma Agrária no Brasil (Concrab).

entanto, a proposta deste capítulo é estimar, primeiramente, a fronteira estocástica, a fim de obter os escores de eficiência, para utilizá-los no PSM como variável de resultado (*outcome*), obtendo assim, o efeito da participação dos agricultores familiares em cooperativas na eficiência técnica.<sup>5</sup> Ou seja, responder a seguinte pergunta: cooperativas levam a maior eficiência técnica dos agricultores familiares? Os principais resultados mostraram um efeito positivo na eficiência dos municípios que são intensivos em cooperativas quando comparado aos que são menos intensivos. Além disso, como análise adicional, verificou-se que há um efeito maior das cooperativas nos municípios com maiores taxas de agricultores beneficiados pelo Pronaf B.

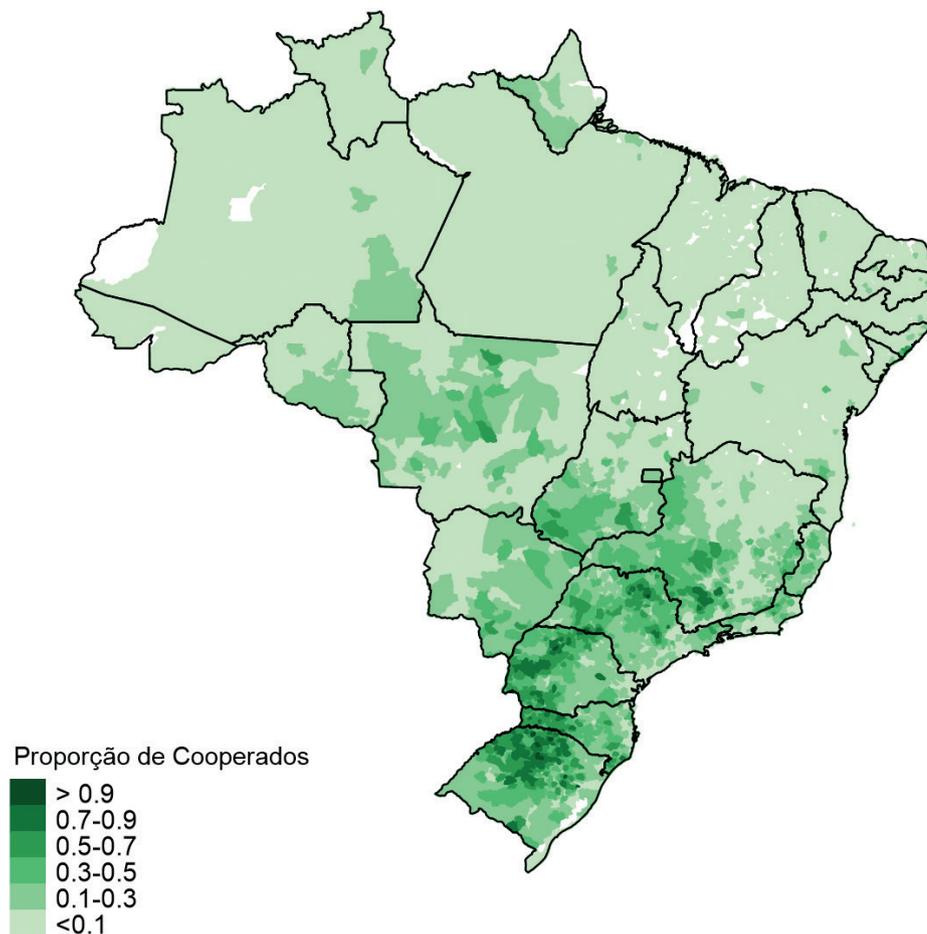
O capítulo está organizado em cinco seções, incluindo esta introdução. Na seção dois, é feita uma contextualização do cooperativismo agropecuário no Brasil. A estratégia empírica é detalhada na seção 3. As seções 4 e 5 apresentam os resultados. Por fim, seguem considerações finais.

## 2 COOPERATIVISMO AGROPECUÁRIO

No Brasil, o cooperativismo agropecuário tem grande relevância para a economia do país por ser responsável por quase 50% do produto interno bruto (PIB) agrícola e, sobretudo, por contribuir para o desenvolvimento econômico e social dos agricultores (Brasil, 2020; IBGE, 2017). Considerando os dados do Censo Agropecuário 2017, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a proporção de estabelecimentos que são associados a cooperativas é maior na região Sul e Sudeste, como pode ser observado no mapa 1.

MAPA 1

Proporção de cooperados no Brasil (2017)



Fonte: Sistema IBGE de Recuperação Automática (Sidra)/IBGE. Disponível em: <<https://bit.ly/2R45db9>>. Acesso em: 26 mar. 2020.

Elaboração dos autores.

Obs.: Mapa cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

5. Abordagens similares já têm sido utilizadas na literatura ver, por exemplo, Ma *et al.* (2018), Addai e Owusu (2014), Abate *et al.* (2013), Santos e Braga (2013).

Tais disparidades podem estar relacionadas a questões históricas e culturais, especialmente em vista da influência de imigrantes europeus e asiáticos, que dispunham de experiência com organizações comunitárias e se estabeleceram nas regiões Sul e Sudeste. A primeira cooperativa agropecuária no país foi fundada no Paraná, datada de 1847. Em 1907, foram criadas as primeiras cooperativas agropecuárias no estado de Minas Gerais e, a partir de então, o setor foi impulsionado e o número de cooperados aumentou (OCB, 2020; Neves *et al.*, 2019; Brasil, 2006; Silva *et al.*, 2003).

Considerando anos mais recentes, entre 2006 e 2017, houve um crescimento de 67,3% no número de estabelecimentos brasileiros associados a cooperativas agropecuárias, como é mostrado na tabela 1. O aumento foi observado em todas as regiões, sendo bem menos expressivo na região Nordeste. Embora nas demais regiões tenha havido um crescimento maior, a concentração de estabelecimentos agropecuários que cooperam está nas regiões Sul e Sudeste, que representam juntas cerca de 80% do total do país, por motivos já mencionados.

É importante ressaltar que mesmo havendo esse aumento, a proporção de estabelecimentos brasileiros associados a cooperativas, em 2017, foi de apenas 11,4%. Isso se traduz em um dos desafios a serem superados pelas cooperativas e autoridades governamentais, que é o de disseminar o papel das cooperativas para os produtores, especialmente nas regiões Nordeste e Norte, onde o percentual de estabelecimentos associados a cooperativas é de 1,4% e 3,4%, respectivamente (IBGE, 2017). Nessas regiões, que são caracterizadas pelos contratos econômicos, sociais e climáticos, frente às demais regiões, esse tipo de organização tem papel fundamental para amenizar essas desigualdades.

TABELA 1  
Número de estabelecimentos agropecuários associados a cooperativas agropecuárias (2006-2017)

Brasil e regiões	2006	Part. (%)	2017	Part. (%)	Varição (%)
Brasil	346.369	100,0	579.438	100,0	67,3
Norte	10.537	3,0	20.309	3,5	92,7
Nordeste	32.091	9,3	33.592	5,8	4,7
Sudeste	118.518	34,2	165.630	28,6	39,8
Sul	158.428	45,7	313.763	54,1	98,0
Centro-Oeste	26.795	7,7	46.144	8,0	72,2

Fonte: Sidra/IBGE. Disponível em: <<https://bit.ly/2R45db9>>. Acesso em: 26 mar. 2020.  
Elaboração dos autores.

Um dado interessante que mostra questões específicas regionais é a finalidade da produção agropecuária dos produtores que cooperam (tabela 2). Em todas as regiões, a maioria dos estabelecimentos que cooperam produz com o objetivo da comercialização do produto. Essa fase, que é uma das mais difíceis do processo produtivo, é algo que as cooperativas agropecuárias ajudam a superar, pois um dos objetivos das cooperativas é fomentar a comercialização dos produtos. Outro ponto a ser observado é que no Nordeste cerca de 36,7% dos cooperados produzem para consumo próprio e de familiares. A produção de subsistência é uma característica de muitos produtores nordestinos, especialmente daqueles situados no sertão e que, por vezes, ainda são prejudicados pelas estiagens (Castro, 2013). Portanto, a produção para autoconsumo é prioridade em muitas famílias nordestinas e, somente em caso de haver excedente, é que parte de sua produção se destina ao mercado. Esse fato está ligado à baixa escala de produção e ao baixo conteúdo tecnológico. Logo, o cooperativismo é uma forma organizacional importante do ponto de vista do desenvolvimento local.

TABELA 2  
Proporção de estabelecimentos agropecuários associados a cooperativas agropecuárias, por finalidade da produção agropecuária (2017)

Finalidade da produção agropecuária	Brasil	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste
Consumo próprio e de pessoas com laços de parentescos com o produtor	9,1	15,5	36,7	3,6	8,7	11,8
Comercialização da produção (inclusive troca ou escambo).	90,9	84,5	63,3	96,4	91,3	88,2

Fonte: Sidra/IBGE. Disponível em: <<https://bit.ly/2R45db9>>. Acesso em: 26 mar. 2020.  
Elaboração dos autores.

Ao desagregar os dados por agricultor familiar e não familiar, por meio da tabela 3, é possível perceber que a maior parte dos estabelecimentos agropecuários brasileiros associados a cooperativas é de agricultor familiar, isto é, pequenos proprietários com a qual direção da propriedade é compartilhada pelo núcleo familiar e que utiliza predominantemente mão de obra familiar. Esses dados são interessantes, em vista de a associação de agricultores familiares a cooperativas agropecuárias ser uma boa alternativa para o pequeno produtor, pois – como já mencionado – o cooperativismo tem grande relevância no aumento da competitividade dos produtores no mercado agrícola. Ressalta-se ainda que grande parte dos alimentos consumidos no país é produzido pela agricultura familiar.

TABELA 3

**Número de estabelecimentos agropecuários associados a cooperativas agropecuárias, por tipologia – agricultura familiar e não familiar (2017)**

Brasil e regiões	Agricultura Familiar		Agricultura não Familiar		Total
	Nº de estabelecimentos	(%)	Nº de estabelecimentos	(%)	
Brasil	412.305	71,2	167.133	28,8	<b>579.438</b>
Norte	15.542	76,5	4.767	23,5	<b>20.309</b>
Nordeste	24.212	72,1	9.380	27,9	<b>33.592</b>
Sudeste	100.129	60,5	65.501	39,5	<b>165.630</b>
Sul	248.036	79,1	65.727	20,9	<b>313.763</b>
Centro-Oeste	24.386	52,8	21.758	47,2	<b>46.144</b>

Fonte: Sidra/IBGE. Disponível em: <<https://bit.ly/2R45db9>>. Acesso em: 26 mar. 2020.  
Elaboração dos autores.

Por fim, a tabela 4 mostra que mais de 96% dos produtores que são agricultores familiares e são cooperados, considerando tanto Brasil como regiões, recebem Pronaf. O crédito rural também é uma importante ferramenta para incentivar a produção dos pequenos produtores e estimular a competitividade destes.

TABELA 4

**Números de estabelecimentos agropecuários de agricultores familiares associados a cooperativas agropecuárias que recebem e não recebem Pronaf (2017)**

Brasil e regiões	Não pronafiano	(%)	Pronafiano	(%)	Total
Brasil	13.353	3,2	398.952	96,8	<b>412.305</b>
Norte	135	0,9	15.407	99,1	<b>15.542</b>
Nordeste	81	0,3	24.131	99,7	<b>24.212</b>
Sudeste	2.823	2,8	97.306	97,2	<b>100.129</b>
Sul	9.341	3,8	238.695	96,2	<b>248.036</b>
Centro-Oeste	973	4,0	23.413	96,0	<b>24.386</b>

Fonte: Sidra/IBGE. Disponível em: <<https://bit.ly/2R45db9>>. Acesso em: 26 mar. 2020.  
Elaboração dos autores.

### 3 ESTRATÉGIA EMPÍRICA

#### 3.1 Base de dados

A fonte de dados deste capítulo é o Censo Agropecuário 2017, divulgado pelo IBGE. Os dados do censo são coletados por meio de entrevistas diretas com os gerentes de cada estabelecimento agrícola e são disponibilizados *on-line* pelo IBGE (no Sidra) agregado a nível de município. Na primeira parte da estratégia empírica, a fronteira estocástica, as variáveis agrícolas de interesse são o valor da produção, a área total dos estabelecimentos agropecuários, o pessoal ocupado e o número de tratores, implementos e máquinas. Como foi ressaltado anteriormente, utilizam-se os estabelecimentos agrícolas familiares (definido no Decreto nº 9.064 de 31/5/2017) pela sua alta participação dentro do grupo de cooperados (71,2%) em relação ao total de agricultores. Adicionalmente, isso permite comparar estabelecimentos mais homogêneos o que levaria a estimativas mais consistentes do efeito de cooperar sobre a eficiência técnica.

Do mesmo modo, para a segunda parte da análise, construiu-se um conjunto de variáveis de características socioeconômicas (proporção de agricultores com graduação ou mais, taxa de agricultores com menos de 25 anos de idade e taxa de estabelecimentos administrados por mulheres) e características técnicas (taxa de agricultores que irrigam, que recebem orientação técnica e utilizam agrotóxicos, entre outras) a nível de município. Todas as variáveis construídas a partir do censo se referem ao total de atividades agrícolas em cada município. Isso ocorre porque a unidade de observação no censo é o estabelecimento agrícola, e este tende a realizar várias atividades. Como resultado, não é possível, por exemplo, obter uma medida de emprego por cultivo. Por último, usam-se dados de temperatura e precipitações do “*Terrestrial Air Temperature and Terrestrial Precipitation: 1900–2017 Gridded Monthly Time Series*”, versão 5.01 a nível de municípios disponibilizados em Matsuura e Willmott (2001).

Devido ao nível de agregação dos dados, emprega-se o seguinte critério para determinar o grupo de tratamento:

$$Dcoop_m = 1 \text{ se } P_m > \bar{P}_M + P_M^{dp}, \text{ e } 0 \text{ caso contrário} \quad (1)$$

em que  $P_m$  é a proporção de agricultores familiares que estão associados a uma cooperativa no município  $m$ ,  $\bar{P}_M$  e  $P_M^{dp}$  são a média e o desvio padrão da proporção de cooperados considerando todo o conjunto de municípios, respectivamente. Em palavras,  $Dcoop_m = 1$  indica, segundo o critério, que o município  $m$  é “intensivo” em agricultores cooperados. A tabela 5 contém o resumo estatístico para as principais variáveis de interesse.

TABELA 5  
Resumo estatístico

Variáveis	Obs.	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Valor da produção	4.301	23.371,54	29.044,13	153	313.762
Proporção de uso de adubação	5.557	0,474	0,299	0	1
Proporção da área menos a 100h	5.557	0,950	0,086	0,2	1
Proporção da educação superior	5.557	0,049	0,053	0	0,571
Proporção de mulheres	5.557	0,170	0,083	0	0,750
Proporção de orientação tec.	5.557	0,249	0,228	0	1
Proporção de agricultores irrigando	5.473	0,110	0,146	0	1
Proporção de agricultores com menos 25 anos	5.557	0,014	0,015	0,14	28571
Proporção agricultores corretivos	5.557	0,172	0,173	0	1
Proporção agricultores agrotóxico	5.557	0,349	0,281	0	1
Proporção agricultores Pronaf B	5.557	0,620	0,241	0	1
Precipitação média	5.458	1392,663	436,264	310,850	3515,893
Temperatura média	5.499	22,349	3,556	0	29,271

Fontes: Matsuura e Willmott (2001) e Sidra/IBGE. Disponível em: <<https://bit.ly/2R45db9>>. Acesso em: 26 mar. 2020).  
Elaboração dos autores.

### 3.2 Fronteira Estocástica

Dado o contexto agropecuário, nesse estudo será utilizada a abordagem da análise de fronteira estocástica (*stochastic frontier analysis* – SFA) para mensurar a eficiência. A SFA é um modelo paramétrico que permite que o termo de erro seja dividido em dois componentes: distúrbio aleatório (que captura fatores exógenos que podem afetar a produção como, por exemplo, fatores climáticos e sazonais) e ineficiência técnica (Kumbhakar e Lovell, 2000).

Esse modelo, que foi introduzido independentemente por Aigner, Lovell, Schmidt (1977) e Meeusen e Broeck (1977), consiste na estimação de uma função de produção de modo que a máxima produção pode ser obtida dada uma combinação eficiente dos fatores de produção (Marinho e Ataliba, 2000).

É possível estimar para cada um dos grupos (que são mais intensos em cooperativas e aqueles que não são) uma fronteira estocástica de produção. A fronteira para cada um dos grupos pode ser especificada como:

$$Y_m^j = f(X_m^j, \beta^j) e^{v_m^j - u_m^j} \quad (2)$$

em que  $Y_m^j$  é o produto do município  $m$  do  $j$ -ésimo grupo,  $X_m^j$  é o vetor de insumos e  $\beta$  é o vetor de parâmetros a serem estimados. O termo  $v_m^j$  refere-se ao vetor que representa a parte aleatória do erro, apresentando distribuição normal, com média zero e variância constante  $\sigma_v^2$ . Já o termo  $u_m^j$  corresponde à ineficiência técnica, que são variáveis aleatórias não negativas, não observável do município  $m$  do grupo  $j$ , com distribuição normal truncada em zero, independente e identicamente distribuída, com média 0 e variância constante  $\sigma_u^2$ . O modelo pode ser estimado pelo método de máxima verossimilhança.

Assim como Da Silva *et al.* (2016), esse estudo utilizará a função de produção Cobb-Douglas como forma funcional (equação 3), devido a sua simplicidade e pelo fato de, no mínimo, uma das fronteiras ter apresentado problemas de especificação quando utilizadas outras formas funcionais, como no caso da Translog.

$$\ln Y_m = \beta_0 + \beta_1 \ln x_{1,m} + \beta_2 \ln x_{2,m} + \beta_3 \ln x_{3,m} + (v_m - u_m) \quad (3)$$

em que  $Y_m$  é o valor bruto da produção para o município  $m$ ,  $x_1$ ,  $x_2$  e  $x_3$  são o total de pessoal ocupado, número total de tratores, implementos e máquinas, e a área total dos estabelecimentos agropecuários, respectivamente. “ln” refere-se ao logaritmo natural; os  $\beta_1$  são os parâmetros a ser estimados.  $v_m$  e  $u_m$ , são independentes e seguem uma distribuição  $N(0, \sigma_v^2)$  e  $NT(0, \sigma_u^2)$ , respectivamente, como dito anteriormente.

Ainda, conforme Battese e Coelli (1992), a eficiência técnica é obtida pela razão entre a produção observada e o produto da fronteira:

$$ET_m^j = \frac{y_m^j}{f(x_m^j \beta_m^j)} = e^{-u_m^j} \quad (4)$$

Após a estimação das fronteiras individuais, os escores serão utilizados como variável de resultado no modelo PSM para avaliar o efeito das cooperativas na produtividade/eficiência técnica.

### 3.3 PSM

Para identificar o efeito do cooperativismo sobre a eficiência técnica, utiliza-se o método de PSM. Esse método de *matching* assume, baseado em alguns pressupostos, que a seleção no tratamento pode ser explicada em termos de características observadas. Isto é, controla-se por uma ampla gama de variáveis observadas ( $X_m$ ), com o objetivo de que os resultados potenciais da variável de resultado, com ou na ausência do tratamento ( $Y_m(1)$  e  $Y_m(0)$ ) tornem-se independentes da variável binária que indica tratamento ( $Dcoop_m$ ). Essa hipótese é conhecida como seleção nas observáveis. Dado o vetor de variáveis observadas, o escore de propensão  $p(X)$ , desenvolvido por Rosenbaum e Rubin (1983), é definido formalmente como:

$$p(X) = \Pr(Dcoop_m = 1|X) = E(Dcoop_m|X) \quad (5)$$

em que  $Dcoop_m = 1$ , como explicado na seção 3.1, indica que o município é intensivo em cooperados (tratado) e  $Dcoop_m = 0$ , caso contrário. Nesse contexto, se a hipótese de seleção nos observáveis  $X_m$  for válida, também será válida a independência entre  $Y_i(1)$  e  $Y_m(0)$  com a decisão de participar ou não no tratamento condicionado ao escore de propensão. De modo formal será:

$$Y_m(1), Y_m(0) \perp Dcoop_m | P(X_m) \quad (6)$$

Se as hipóteses de seleção nas observáveis e sobreposição ( $0 < \Pr(Dcoop_m = 1|X) < 1$ )<sup>6</sup> se verificarem e o escore de propensão for conhecido, pode-se estimar o efeito médio do tratamento sobre os tratados (ATT) utilizando o pareamento baseado somente no escore de propensão<sup>7</sup>. O (ATT) a ser estimado é definido como:

$$\tau = E_{P(X)|T=1} \{E[Y_{1m}|Dcoop_m = 1, p(X_m)] - E[Y_{0m}|Dcoop_m = 0, p(X_m)]\} \quad (7)$$

6. Outra hipótese do método de pareamento é a de sobreposição, a qual indica que a região do vetor  $x_i$  que engloba as características dos indivíduos tratados também represente as características dos indivíduos que estão no grupo de não tratados. Em resumo, precisam-se ter indivíduos no grupo de controle que tenham características similares aos indivíduos no grupo de tratamento.

7. Na prática, estima-se o escore de propensão usando os procedimentos paramétricos, tais como, Probit ou logit. Considerando o modelo logit tem-se:  $\hat{p} = \frac{\exp(x\hat{\beta})}{1 + \exp(x\hat{\beta})}$ , em que  $\hat{\beta}$  é o estimador do parâmetro  $\beta$  e  $\hat{p}$  é a probabilidade de pertencer ao tratamento. Essa metodologia dependerá de uma métrica que definirá a proximidade do escore de propensão dos indivíduos tratados em relação ao escore de propensão dos indivíduos não tratados. Dentro dos mais comumente utilizados, encontra-se: 1) pareamento do vizinho mais próximo; 2) pareamento por raio; 3) pareamento por kernel. Para mais detalhes sobre os métodos de pareamento ver Caliendo e Kopeinig (2005).

em que  $p(X_m)$  é o p-score,  $Y_{1m}$  e  $Y_{0m}$  é a variável de resultado (eficiência técnica) nas duas situações contrafactuais de receber tratamento (ser um município intensivo em cooperados) e não receber nenhum tratamento.

#### 4 RESULTADOS

Nesta seção, estudam-se os efeitos das cooperativas agrícolas na eficiência produtiva no Brasil. Para esse fim, primeiro estima-se uma fronteira estocástica que relaciona o valor da produção com trabalho, capital (número de tratores, implementos e máquinas) e área total baseado na função de produção Cobb-Douglas (equação 3). Este primeiro passo permite obter os escores de eficiência técnica que serão utilizados como variáveis “outcomes” na análise principal. Em seguida, avalia-se o impacto das cooperativas sobre a eficiência técnica utilizando o método de PSM. Finalmente, como uma análise exploratória, tenta-se verificar um possível canal por meio do qual o cooperativismo afeta os resultados na eficiência produtiva. Especificamente, analisa-se se as cooperativas têm efeitos diferenciados em municípios com maior proporção de agricultores familiares beneficiados com o crédito Pronaf B.

A tabela 6 apresenta os resultados da análise de fronteira estocástica para o grupo de tratamento e controles separadamente. No geral, os coeficientes são estatisticamente significativos a 1%. Os sinais positivos dos coeficientes significam que, por exemplo para o grupo de tratamento, um incremento de 100% no valor da produção, os insumos de capital explicam 38,91%, a terra 19,73% e o trabalho 41,36%.

TABELA 6  
Função de produção estocástica

Variáveis	Tratamento	(%)	Controle	(%)
Ln (pessoal ocupado)	0,40864*** (0,05002)	41,36	0,39372*** (0,05132)	42,74
Ln (máquinas)	0,38445*** (0,03093)	38,91	0,38189*** (0,01778)	41,46
Ln(área)	0,19491** (0,08375)	19,73	0,14555*** (0,03100)	15,80
Soma dos coeficientes	0,988	100,00	0,921	100,00
Observações	647		2784	
Log-likelihood	-184,0		-2027	
chi2	1620		1604	
sigma_u	0,0647		0,121	
sigma_v	0,322		0,486	
Lambda	0,201		0,248	

Fonte: Sidra/IBGE. Disponível em: <<https://bit.ly/2R45db9>>. Acesso em: 26 mar. 2020.

Obs.: 1. Erros-padrões robustos entre parênteses.

2. \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1.

O ponto de partida da análise do PSM foi a estimação de um modelo de logit para a probabilidade de um município ser ou não intensivo em cooperativismo, ou seja, foi construída uma equação com variáveis observáveis de participação no cooperativismo, de modo a encontrar um suporte comum entre os grupos. Variáveis como ser intensivo em: educação superior, receber orientação técnica, usar agrotóxicos, receber financiamento e ter área menor que 100 hectares, aumentam as chances de participação do município no grupo de tratamento. Já outras variáveis podem reduzir essa chance como, por exemplo, municípios que tem maior proporção de produtores com idade inferior a 25 anos. Isso se justifica pelo fato de produtores mais novos terem menos experiência quanto à gerência do estabelecimento, podendo, dessa forma, não saber lidar com questões administrativas.

TABELA 7  
Estimação do modelo *logit*

Variáveis	Coef.	Std.Err.	P> z
D_uso_adubação	0,160	0,166	0,336
D_educação superior	1,025	0,139	0,000
D_recebe_orientação técnica	0,965	0,126	0,000
D_faz_irrigação	-0,629	0,184	0,001
D_agricultores_menos25anos	-1,090	0,223	0,000
D_uso_corretivos	0,183	0,126	0,147
D_uso_agrotóxico	0,983	0,167	0,000
D_não faz_práticas agrícolas	-0,345	0,187	0,065
Precipitação_média	0,001	0,000	0,000
Temperatura_média	-0,002	0,026	0,927
D_mulher	-1,065	0,338	0,002
D_area_menor100h	8,283	1,570	0,000
D_recebe_financiamento	5,981	0,546	0,000
Constante	13,757	1,923	0,000

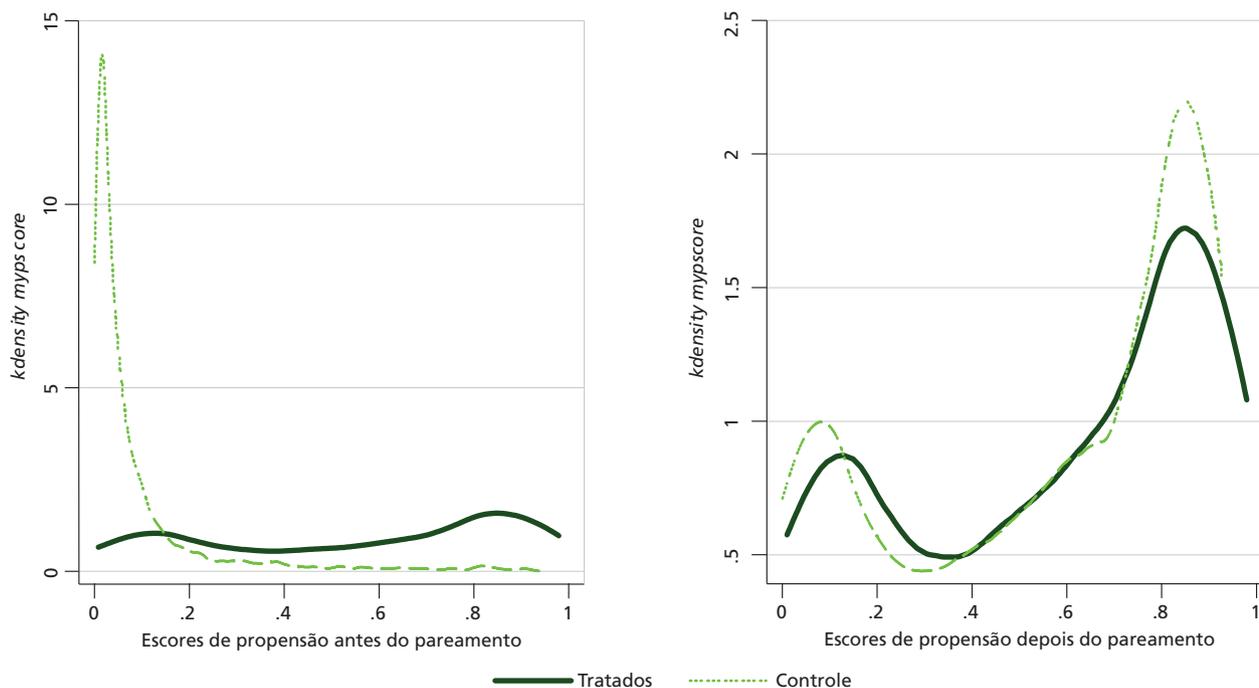
Fonte: Sidra/IBGE. Disponível em: <<https://bit.ly/2R45db9>>. Acesso em: 26 mar. 2020.

Por meio do teste de balanceamento (tabela A.1, do apêndice A), verificou-se que os métodos de *matching* por kernel e raio possuíam o mesmo número de variáveis significantes a 5%, mas o valor da redução do Pseudo R<sup>2</sup> no pareamento kernel foi maior. Este apresentou queda de 0,440 (antes do pareamento) para 0,037 (após o pareamento), evidenciando que as variáveis explicativas perdem poder de explicação com relação às diferenças entre os grupos. De uma forma geral, os dois métodos de *matching* indicaram uma boa qualidade do pareamento, já o método do vizinho mais próximo não apresentou um bom balanceamento das variáveis.

Além disso, a análise gráfica<sup>8</sup> das funções de densidade dos escores de propensão (gráfico 1) mostra que após o pareamento as curvas dos grupos ficaram mais próximas de sobreposição.

GRÁFICO 1

Distribuição do escore de propensão – região de suporte comum (antes e após o pareamento – kernel)



Fonte: Sidra/IBGE. Disponível em: <<https://bit.ly/2R45db9>>. Acesso em: 26 mar. 2020.  
Elaboração dos autores.

8. Escolheu-se mostrar apenas a análise gráfica do método kernel, por apresentar menor Pseudo R<sup>2</sup>. Mas ressalta-se que o gráfico da distribuição do escore de propensão pelo método do raio foi muito parecido com o kernel.

Após o balanceamento, foi calculado o efeito médio do tratamento sobre os tratados (ATT), que – como visto na tabela 8 – apresentou efeito positivo de 0,0963 p.p no método kernel. Isto é, o fato de os municípios serem intensivos em cooperativas na agricultura familiar aumenta, em média, 0,0963 p.p a eficiência técnica dos tratados comparado àqueles municípios que não são intensivos. O tamanho do efeito em relação à média da variável dependente é por volta de 10% ( $(\beta_{ATT}/\text{média de Var. Dep}) * 100$ ).

TABELA 8  
Efeito de o município ser intensivo em cooperativa na agricultura familiar sobre a eficiência técnica do município

Pareamentos	Tratados	Controle	ATT	Teste t
Kernel	0,9983	0,9020	0,0963***	54,06
Raio	0,9983	0,9011	0,0972***	64,11
Vizinho mais próximo	0,9983	0,8980	0,1003***	958,94
N (kernel)	621	2722		
N (raio)	563	2722		
N (vizinho mais próximo)	563	563		

Fonte: Sidra/IBGE. Disponível em: <<https://bit.ly/2R45db9>>. Acesso em: 26 mar. 2020.

Obs.: \*\*\* Estatisticamente significante a 1%.

Como uma tentativa de esclarecer alguns possíveis mecanismos por meio do qual o cooperativismo afeta a eficiência na produção, verifica-se se ser cooperado (intensivo) afeta desproporcionalmente os municípios que têm maiores taxa de agricultores familiares recebendo o Pronaf B. Para fazer essa análise, utiliza-se o balanceamento por entropia.<sup>9</sup> A tabela 9 mostra os resultados dessa análise. A coluna (1) é o efeito estimado utilizando o PSM (kernel), coluna (2) é o correspondente efeito do cooperativismo estimado utilizando entropia e, finalmente, coluna (3) mostra os coeficientes estimados da variável *dummy* Dcoop e a sua interação com a taxa de agricultores familiares beneficiados com Pronaf B (Dcoop\* Pronaf B). Primeiro, observa-se que os resultados dos dois métodos de balanceamento são semelhantes tanto em significância estatística como em magnitude. Segundo, na coluna (3) destaca-se um maior efeito para os municípios com maiores taxas de agricultores recebendo o Pronaf B. Em números, para o município médio, ser intensivo em cooperados e ter uma taxa média de beneficiado pelo crédito de 0.62 aumentaria a produtividade técnica em 0.11 pontos porcentuais. Esse efeito positivo ilustra a importância das cooperativas como assistência técnica visando implantar boas práticas de investimento para melhorar a eficiência da produção agrícola.

TABELA 9  
Estimação do efeito do cooperativismo sobre eficiência técnica da produção a nível municipal usando *matching* por entropia

Variáveis	Escore de eficiência (VP)		
	(1)	(2)	(3)
Dcoop	0.096*** (0.00178)	0.096*** (0.002)	0.082*** (0.001)
Dcoop* Pronaf B			0.039*** (0.003)
N		3343	3343
R-sq		0.959	0.967

Fonte: Sidra/IBGE. Disponível em: <<https://bit.ly/2R45db9>>. Acesso em: 26 mar. 2020.

Elaboração dos autores.

Obs.: 1. Erros-padrões robustos em parênteses.

2. \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1.

9. Desenvolvido por Hamueller (2012), esse é um método multivariado que permite satisfazer um conjunto de restrições, de forma que exista equilíbrio nos momentos das distribuições de variáveis explicativas nos grupos de controle e tratamento, como, por exemplo, a média (primeiro momento), a variância (segundo momento) e a assimetria (terceiro momento).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Utilizando o Censo Agropecuário 2017, analisou-se o efeito das cooperativas sobre a produtividade dos agricultores familiares brasileiros. Para essa análise, utilizaram-se duas metodologias: *i*) fronteira estocástica; e *ii*) o PSM. Os resultados sugerem que municípios “intensivos” em agricultores familiares associados em cooperativas experimentam um incremento na eficiência técnica produtiva (medido pelo escore de eficiência obtido na análise de fronteira estocástica). Em média, estimou-se um efeito de 0,0963 pontos percentuais de incremento na eficiência técnica dos tratados comparado àqueles municípios que não são intensivos (controle). Esse efeito é tanto estatístico como economicamente significativo.

Como uma tentativa para encontrar os canais associados a esse efeito, verificou-se se as cooperativas têm um efeito diferenciado naqueles municípios onde a proporção de agricultores familiares beneficiados pelo crédito rural Pronaf B é maior. Nessa análise empírica, encontrou-se um efeito maior das cooperativas nos municípios com maiores taxas de agricultores beneficiados pelo crédito. Especificamente, para o município médio, ser intensivo em cooperados e ter uma taxa média de beneficiados pelo crédito de 0.62, aumenta a produtividade técnica em 0.11 pontos percentuais. No geral, este resultado seria interpretado como um efeito das informações recebidas das assistências oferecidas pelas cooperativas visando à aplicação de práticas eficientes de investimento dos créditos para melhorar, no geral, a eficiência técnica na produção.

Isso levaria a sugestões de política como a de fortalecimento das cooperativas para atingir a um número maior de produtores que no isolamento poderiam ter resultados inferiores caso não recebessem informações sobre boas práticas de produção e condições do mercado oferecidas pelas cooperativas. Igualmente importante, sugerir uma melhora no acesso ao crédito rural para os agricultores familiares visando melhoras na produção em conjunto com informações obtidas por meio das cooperativas.

Para finalizar, é igualmente importante ressaltar as limitações das análises feitas nesse trabalho. Primeiro, o nível de agregação dos dados (municipal) limita a capacidade de ter informações detalhadas de fatores associados à decisão de cooperar por parte dos agricultores dentro de um município. Essa falta de microdados, conduz a alocar arbitrariamente os municípios nos grupos de tratamento e controle o qual poderia levar a estimativas viesadas do verdadeiro efeito. É importante verificar esses efeitos encontrados nesse trabalho utilizando os microdados do censo e num contexto de experimento natural, por exemplo, a lei nº 5.764, de 16 de dezembro de 1971 pode avaliar com maior precisão o impacto e os mecanismos por meio do qual as cooperativas afetam a produção agrícola brasileira.

Outro ponto que pode ser aprofundado utilizando os microdados, levando em consideração os pontos levantados sobre o crédito rural e agricultores familiares, é que dado que existem várias categorias do Pronaf, pode ser que exista heterogeneidade tecnológica entre os agricultores pertencentes aos diferentes grupos do Pronaf, logo, as fronteiras tecnológicas dos agricultores podem ser distintas. Portanto, também seria interessante avaliar o efeito do cooperativismo dentro de cada categoria.

## REFERÊNCIAS

- ABATE, G.T.; FRANCESCONI, G.N.; GETNET., K. **Impact of agricultural cooperatives on smallholder's technical efficiency: evidence from Ethiopia**. Wiley Online Library, 2013. (Working Paper, n. 13).
- ADDAI, K. N.; OWUSU, V. Technical efficiency of maize farmers across various agro ecological zones of Ghana. **Journal of Agriculture and Environmental Sciences**, v. 3, n. 1, p. 149-172, 2014.
- AIGNER, D.J.; LOVELL, C. A. K.; SCHMIDT, P. Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. **Journal of Econometrics**, North-Holland, v. 6, p. 21-37, 1977.
- BATTESE, G. E.; COELLI, T. J. Frontier production functions, technical efficiency and panel data: with application to paddy farmers in India. **Journal of Productivity Analysis**, v. 3, p.153-169, 1992.
- BRAVO-URETA, B.E.; GREENE, W.; SOLÍS, D. Technical efficiency analysis correcting for biases from observed and unobserved variables: an application to a natural resource management project. **Empirical Economics**, v. 43, p. 55-72, 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Evolução do cooperativismo no Brasil**: DENA-COOP em ação. Brasília: Mapa, 2006.

\_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agricultura familiar**. Mapa, 2019. Disponível em: <<https://bit.ly/3m1Mifk>>. Acesso em: 26 mar. 2020.

\_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Cooperativismo e associativismo no Brasil**. Disponível em: <<http://antigo.agricultura.gov.br/assuntos/cooperativismo-associativismo/cooperativismo-brasil>>. Acesso em: 26 mar. 2020.

CALIENDO, M., KOPEINIG, S. **Some practical guidance for the implementation of propensity score matching**. Institute for the Study of Labor; IZA, 2005. (Paper n. 1588).

CASTRO, C. N. A agricultura no nordeste brasileiro: oportunidades e limitações ao desenvolvimento. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental**, Brasília, n. 8, jul./dez., 2013.

DA SILVA, F. P. *et al.* **Eficiência produtiva e pobreza rural no nordeste brasileiro**. Brasília: Ipea, 2016. (Texto para Discussão, n. 2250).

FREITAS, C. O.; TEIXEIRA, E. C.; BRAGA, M. J. Tamanho do estabelecimento e eficiência técnica na agropecuária brasileira. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 44., 2016, Foz do Iguaçu, Paraná. **Anais... ANPEC**: Foz do Iguaçu, 2016.

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

KUMBHAKAR, S.C.; LOVELL, C. A. K. **Stochastic frontier analysis**. Cambridge: University Press, 2000. 333 p.

MA, W. *et al.* Agricultural cooperative membership and technical efficiency of apple farmers in China: an analysis accounting for selectivity bias. **Food Policy**, v. 81, p. 122-132, 2018.

MARINHO, E.; ATALIBA, F. Avaliação do crescimento da produtividade e progresso tecnológico dos estados do Nordeste com o uso da fronteira de produção estocástica. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro, v. 30, n. 3, p. 427-452, dez. 2000.

MATSUURA, K.; WILLMOTT, C. **Terrestrial air temperature and precipitation: 1900-2017**. Gridded Monthly Time Series, 2001.

MAYEN, C.; BALAGTAS J.; ALEXANDER, C. Technology adoption and technical efficiency: organic and conventional dairy farms in the United States. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 92, p.181-195, 2010.

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

NEVES, M. C. R.; CASTRO, L. S.; FREITAS, C. O. O impacto das cooperativas na produção agropecuária brasileira: uma análise econométrica espacial. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.57, n.4, p.559-576, 2019.

ORGANIZAÇÃO DAS COOPERATIVAS BRASILEIRAS - OCB. **Ramo agropecuário**. Disponível em: <<https://bit.ly/2Ze82Ld>>. Acesso em: 26 mar. 2020.

ROSENBAUM, P. R.; RUBIN, D. B. The central role of the propensity score in observational studies for causal effects. **Biometrika**, United Kingdom, v. 70, n.1, p. 41-55, abr. 1983.

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.

SILVA, E. S. *et al.* Panorama do cooperativismo brasileiro: história, cenários e tendências. **Revista Uni Rcoop**, v. 1, n. 2, p. 75-102, 2003.

SILVA, J. S.; FREITAS, C. O.; LELIS, L. V. C. Efeitos da pluriatividade dos estabelecimentos rurais brasileiros sobre a eficiência técnica. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 45., 2016, Natal. **Anais...Natal: ANPEC**, 2017.

SEXTON. R. J.; ISKOW. J. **Factors critical to the success of failure of emerging agricultural cooperatives.** Davis, 1988.

ZHANG, J.; GODDARD, E.; LEROHL, M. Estimating pricing games in the wheat-handling market in Saskatchewan: the role of a major cooperative. **Advances in the Economic Analysis of Participatory and Labor-Managed Firms**, v. 10 p. 151-182, 2007.

## APÊNDICE A

TABELA A.1  
Testes de comparação das médias dos grupos dos tratados e controle, antes e após os pareamentos

Variáveis	Antes do pareamento			Após o pareamento								
	Tratado	Controle	p-valor	Kernel			Raio			Vizinho mais próximo		
				Tratado	Controle	p-valor	Tratado	Controle	p-valor	Tratado	Controle	p-valor
D_uso_adubação	0,678	0,142	0,000	0,718	0,710	0,753	0,689	0,672	0,537	0,689	0,000	0,000
D_ensinosuperior	0,181	0,133	0,000	0,126	0,129	0,847	0,135	0,139	0,843	0,135	0,000	0,265
D_recebe_orientação técnica	0,662	0,102	0,000	0,672	0,684	0,632	0,638	0,654	0,572	0,638	0,000	0,000
D_faz_irrigação	0,072	0,118	0,000	0,061	0,075	0,324	0,066	0,087	0,170	0,066	0,000	0,454
D_agricultores_menos25anos	0,047	0,135	0,000	0,037	0,059	0,071	0,041	0,068	0,044	0,041	0,000	0,560
D_uso_corretivos	0,354	0,157	0,000	0,303	0,370	0,012	0,293	0,389	0,001	0,293	0,000	0,070
D_uso_agrotóxico	0,706	0,115	0,000	0,752	0,739	0,588	0,726	0,706	0,449	0,726	0,000	0,000
D_práticas agrícolas	0,053	0,204	0,000	0,035	0,060	0,046	0,039	0,069	0,026	0,039	0,000	0,569
Precipitação_média	1647,80	1358,70	0,000	1689,40	1659,70	0,041	1674,70	1627,30	0,002	1674,70	1367,50	0,000
Temperatura_média	19,63	22,63	0,000	19,34	18,95	0,003	19,47	19,15	0,024	19,47	25,47	0,000
D_mulher	0,012	0,174	0,000	0,014	0,021	0,418	0,016	0,027	0,192	0,016	0,375	0,000
D_area_menor100h	0,989	0,947	0,000	0,991	0,988	0,172	0,990	0,986	0,082	0,990	0,888	0,000
D_recebe_financiamento	0,320	0,138	0,000	0,335	0,316	0,024	0,306	0,294	0,126	0,306	0,117	0,000
Pseudo R <sup>2</sup>	0,440			0,037			0,043			1,000		

Elaboração dos autores.

