

COMPARAÇÃO ENTRE A PRODUTIVIDADE E A LUCRATIVIDADE DA PRODUÇÃO ORGÂNICA E CONVENCIONAL: O PERÍODO DE ANÁLISE IMPORTA?

Comparison between productivity and profitability of organic and conventional production: does the period of analysis matter?

Moisés de Andrade Resende Filho^a

^aUniversidade de Brasília, moisesresende@unb.br, ORCID: 0000-0002-5004-2685

RESUMO

O Brasil é o maior mercado de produtos orgânicos da América Latina, mas cultiva, apenas, 0,5% de suas terras em sistemas orgânicos de produção. Isto pode ocorrer devido à menor produtividade e lucratividade da produção orgânica vis-à-vis a produção convencional, o que foi objetivo de investigação do presente estudo. Utilizando dados coletados no ano agrícola de 2019, via aplicação face a face de um questionário semiestruturado a 79 produtores de morango do Distrito Federal, estimou-se o Efeito Médio do Tratamento nos Tratados (ATT) para produtividade, lucratividade e custos pelos métodos do vizinho mais próximo/pareamento por escore de propensão e regressão com mudança endógena. As estimativas ATT indicaram iguais produtividade e lucratividade, mas maiores custos e receita da produção orgânica, sugerindo que a ausência de incentivos econômicos pode ser uma barreira importante à conversão para a produção orgânica. Como as estimativas ATT de Resende Filho et al. (2019) para o ano agrícola 2015 indicaram iguais produtividade e custos, mas maiores receita e lucratividade da produção orgânica, conclui-se que o período de análise importa. Logo, estudos futuros devem buscar controlar para efeitos fixos de tempo, possivelmente com o uso de dados em painel.

Palavras-chave: Efeito médio do tratamento nos tratados, lucratividade, produtividade.

ABSTRACT

Brazil is the largest market for organic products in Latin America, but only cultivates 0.5% of its land in organic production systems. This may be due to the lower productivity and profitability of organic production compared to conventional production, which was the research objective of the present study. Using data collected in the 2019 agricultural year via face-to-face application of a semi-structured questionnaire to 79 strawberry producers in the Federal District, the average effect of treatment on the treated (ATT) for productivity, profitability and costs using the methods of nearest neighbor/propensity score matching and endogenous switching regression. ATT estimates indicated equal productivity and profitability, but higher costs and revenue for the organic production, suggesting that the absence of economic incentives may be an important barrier to conversion to organic production. As the ATT estimates of Resende Filho et al. (2019) for the 2015 agricultural year indicated equal productivity and costs, but higher revenue and profitability from organic production, it is concluded that the period of analysis matters. Therefore, future studies should seek to control for fixed time effects, possibly using panel data.

Keywords: Average treatment effects on the treated, profitability, productivity.

1. INTRODUÇÃO

Quando comparada à agricultura convencional, a agricultura orgânica se caracteriza pelo não uso de pesticidas e fertilizantes sintéticos e por práticas

que favorecem a saúde do ecossistema (Finckh, Van Bruggen & Tamm, 2015). Logo, a agricultura orgânica pode gerar benefícios internos à propriedade rural, como melhorias nas propriedades físicas do solo e aumento da matéria orgânica biologicamente

disponível e microbiota benéfica do solo, o que reduz o potencial e a incidência de doenças de plantas (Reeve et al., 2016). A agricultura orgânica também pode gerar benefícios externos à propriedade rural, como a saúde humana devido ao aumento no teor de fitoquímicos benéficos em frutas e vegetais orgânicos (Reeve et al., 2016) e às propriedades vizinhas devido ao aumento dos serviços prestados por insetos polinizadores e inimigos naturais de pragas (Kremen & Miles, 2012; Leahey, 2014).

O Brasil constitui o maior mercado de produtos orgânicos da América Latina. Contudo, em termos de área com sistemas orgânicos de produção, é terceiro (1,3 milhões de hectares), atrás da Argentina (3,7 milhões de hectares) e Uruguai (2,1 milhões de hectares) (Willer, Trávníček, Meier & Schlatter, 2021). Em 2019, no Brasil, 22 mil produtores orgânicos cultivaram 1,3 milhão de hectares, o que corresponde a, apenas, 0,5% da área total cultivada no país (Willer et al., 2021). Em 2022, esse número aumentou para 23,9 mil produtores orgânicos cadastrados no Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos (CNPO) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) com 38% destes na região Sul, 27% no Nordeste, 17% no Norte, 16% no Sudeste e 3% na região Centro-Oeste (Oliveira et al., 2024).

Pode existir ainda um potencial não explorado de expansão da oferta de produtos orgânicos no Brasil, pois produtos orgânicos são vendidos a preços de 20 a 30% superiores aos produtos convencionais (Dalcin, Souza, Freitas, Padula & Dewes, 2014), apesar de também haver relatos de que a agricultura orgânica é menos atrativa em produtividade e lucratividade que a convencional (De Ponti, Rijk & van Ittersum, 2012; Badgley et al., 2007; Nemes, 2009; Goklany, 2002).

Diante do exposto, o primeiro objetivo do presente estudo é investigar como a produção orgânica e convencional se comparam em produtividade, receita, custos e lucro no ano

agrícola de 2019 com base na produção de morango em Brazlândia, Distrito Federal (DF). Brazlândia responde por, aproximadamente, 95% da produção de morango do DF que é o sétimo maior produtor de morango do Brasil e o maior do Centro-Oeste (Fagherazzi, Cocco, Antunes, Souza & Rufato., 2014). Ademais, o morango apresenta elevado valor econômico, é amplamente conhecido e aceito pelos consumidores e é a fruta mais representativa dentre o grupo de frutas pequenas no Brasil (Antunes, Bonow & Reisser Júnior, 2020). O segundo objetivo do presente estudo é possibilitar a comparação de resultados entre anos agrícolas diferentes, comparando os resultados obtidos neste artigo àqueles em Resende Filho et al. (2019) para o ano agrícola de 2015. Como os métodos empregados são os mesmos, resultados diferentes nestes estudos podem indicar a necessidade de controle para efeitos fixos de tempo, pois condições ambientais e econômicas variam periodicamente.

O presente estudo contribui para a literatura ao comparar a produtividade e lucratividade da produção de morango orgânico e convencional para um produto específico no Brasil, seguindo sugestão para trabalhos futuros de Froehlich, Melo & Sampaio (2018). Froehlich et al. (2018) realizaram tais comparações, mas para um conjunto de produtos que podiam variar por produtor ou propriedade agrícola. Ademais, o presente estudo possibilita a comparação de resultados obtidos com os métodos do vizinho mais próximo/pareamento por Escore de Propensão (NNM/PSM) e Regressão com Mudança Endógena (ESR) entre anos agrícolas diferentes, o que pode indicar limitações desses métodos a serem superadas em estudos futuros.

O presente estudo está estruturado da seguinte forma. A próxima seção apresenta a fundamentação teórica com base em breve revisão de literatura. A terceira seção descreve a região de estudo, o processo de coleta de dados e os métodos de estimação

utilizados. A quarta seção apresenta e discute as estimativas obtidas com os métodos NNM/PSM e ESR. Por fim, na última seção, apresentam-se as conclusões.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A literatura que compara produtividade e lucratividade da produção orgânica e convencional no Brasil é escassa e fundamentada em estimativas com dados de seção cruzada para grupos de produtos. Assim, não possibilita detectar se há incentivo econômico para produtos específicos e controlar para fatores não observáveis que afetam todos os produtores em cada período, como as condições ambientais e econômicas.

Froehlich et al. (2018) compararam a rentabilidade da produção orgânica e convencional de grupos de produtos produzidos por propriedades da agricultura familiar no Brasil, utilizando microdados do Censo Agropecuário 2006. Com base na estimação Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) de uma regressão sem efeitos fixos de município e aplicação do método NNM/PSM, Froehlich et al. (2018) encontraram que a lucratividade dos produtores orgânicos era entre 7% e 10% menor que a dos produtores convencionais. Contudo, a menor lucratividade da produção de orgânicos desapareceu quando se estimou a regressão MQO com efeitos fixos de municípios, o que permitiu Froehlich et al. (2018) concluir que tal diferença explica-se, parcialmente, por características inerentes aos municípios.

Resende Filho et al. (2019) compararam a rentabilidade e produtividade da produção orgânica e convencional usando um levantamento randomizado no ano de 2015 com produtores de morango orgânico e convencional em Brazlândia, Distrito Federal. Utilizando os métodos NNM/PSM e ESR, constataram que a conversão à produção orgânica de morango não alterou a produtividade e custos, mas

aumentou a receita, devido ao prêmio em preço do morango orgânico, e aumentou a lucratividade.

Os resultados qualitativamente diferentes de Froehlich et al. (2018) e Resende Filho et al. (2019) podem ser devido ao fato de o primeiro utilizar dados de lucratividade e custos para propriedade agrícolas, o que mistura a produção de vários produtos; enquanto o segundo utiliza dados apenas para um produto específico, o morango. Ademais, como os períodos de análise são diferentes, esperam-se diferenças em função das condições ambientais e econômicas anualmente diferentes. Para testar tal conjectura, considera-se, em relação ao presente estudo, a fixação do produto estudado, região de análise e métodos de modo a investigar se os resultados de Resende Filho et al. (2019), com dados de 2015, permanecem os mesmos com dados de 2019. Se os resultados forem diferentes, apesar de ambos os estudos utilizarem os mesmos métodos, produto e região de estudo, pode-se suspeitar que fatores de cada ano de análise podem estar confundindo os resultados.

3. METODOLOGIA

Descreve-se, nesta seção, a região de estudo, o processo de coleta de dados e os métodos de estimação utilizados.

3.1. Região de estudo

A região de estudo foi Brazlândia, uma das 31 Regiões Administrativas (RAs) do Distrito Federal (DF) em 2019, a RA 4 conforme figura 1. Brazlândia localiza-se a 45 km de Brasília e é a principal RA de produção agrícola do DF com uma área de 475 km², 53.800 habitantes e cerca de 2000 propriedades rurais (Emater-DF, 2016). Brazlândia responde por, aproximadamente, 95% da produção de morango do DF com uma receita anual média de R\$ 25 milhões. Constitui o sétimo maior produtor de morango do Brasil e o maior do Centro-Oeste (Fagherazzi et al., 2014).

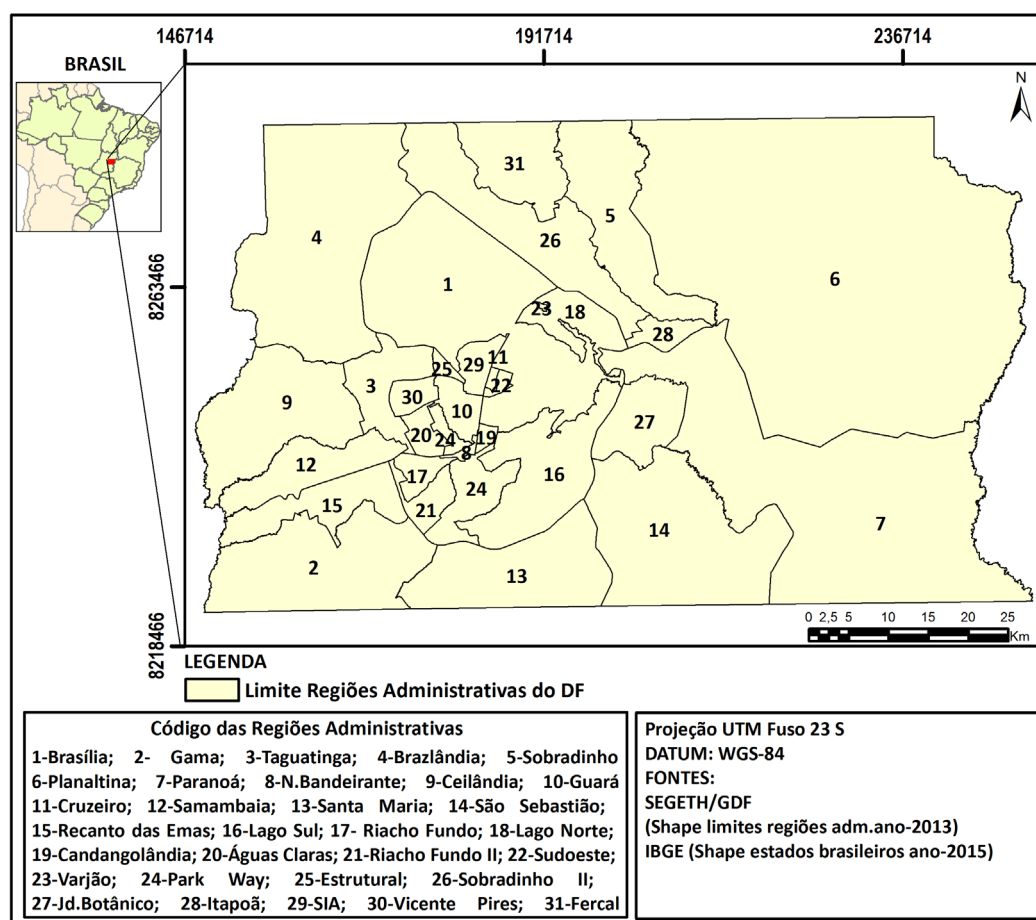


FIGURA 1 – localização do Distrito Federal no Brasil e sua organização político-administrativa

Fonte: Gregório, Gurgel, Dessay, Sousa e Roux (2019)

3.2. Coleta de dados

Utilizou-se o cadastro do ano de 2015 da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Distrito Federal (Emater-DF) para identificar todos os produtores de morango em Brazlândia. Classificaram-se esses produtores pelo escritório local da Emater-DF quanto ao sistema de produção, em orgânico e convencional; e, quanto à área cultivada com morango, em pequeno (≤ 1 ha), médio (> 1 ha e ≤ 2 ha) e grande (> 2 ha). A respeito dos 129 produtores de morango detectados, 101 compuseram o universo amostral da pesquisa (vide Tabela 1). Buscou-se incluir todos os produtores orgânicos e convencionais grandes e médios na amostra, mas aleatoriamente incluindo 85% dos pequenos produtores na amostra, substituindo-os por outros produtores de pequeno porte quando necessário. Dessa forma, considerando

o universo amostral na coluna 5, conforme tabela 1, obteve-se uma taxa de resposta de 78,2% conforme coluna 7, Tabela 1.

Na tabela A1 do Apêndice, apresentam-se as questões feitas a cada produtor de morango entrevistado.

3.3. Métodos

3.3.1. Método do estimador vizinho mais próximo

Primeiramente, empregou-se o método do estimador vizinho mais próximo (*Nearest Neighbor Matching* – NNM) desenvolvido por Abadie e Imbens (2006, 2011 e 2016) para parear os produtores orgânicos e convencionais com base em escores de propensão (*propensity scores* – PS) obtidos com base em modelos de seleção probit como sugerido por

Rosenbaum e Rubin (1983). Com isso, pretendeu-se superar o problema fundamental da inferência causal, controlando o viés de seleção devido a fatores observáveis seguindo o que fizeram Resende Filho et al. (2019) e Uematsu e Mishra (2012).

Em estudos observacionais, a designação de um produtor para produzir de modo convencional ou orgânico não é aleatória, pois os produtores escolhem, com base em suas próprias características, o sistema de produção. Assim, produtores orgânicos e convencionais podem diferir, sistematicamente, segundo características observáveis e não observáveis. Para corrigir possíveis vieses de seleção amostral na estimativa do impacto da conversão à produção orgânica nas variáveis respostas, foram empregados o estimador de pareamento por Escore de Propensão (PSM) de Rosenbaum e Rubin (1983), e o estimador de Regressão com Mudança Endógena (ESR) de Heckman (1976, 1978).

O modelo de Roy-Rubin, abordagem padrão para tratar o problema de inferência sobre o impacto de um tratamento no resultado de um indivíduo, fundamenta-se no conceito de resultado potencial (Roy, 1951; Rubin, 1974). O modelo de Roy-Rubin se baseia em três pilares: indivíduos, tratamento e resultados potenciais, e na suposição de que cada indivíduo tem um resultado bem definido em cada nível de tratamento (Caliendo & Kopeinig, 2008).

No presente estudo, com base no modelo de Roy-Rubin, os resultados potenciais y_{0i} e y_{1i} das

variáveis aleatórias y_0 e y_1 , em que os subscritos 0 e 1 denotam produção convencional e produção orgânica para indivíduos indexados com o subscrito $i = 1, \dots, n$. Assim, os efeitos do tratamento nos indivíduos, t_i , é:

$$\tau_i := y_{1i} - y_{0i} \quad (1)$$

Contudo, na realidade, para um produtor orgânico i , observa-se apenas y_{1i} ; ao passo que, para um produtor convencional i , observa-se somente y_{0i} . A impossibilidade de se observar, ao mesmo tempo, os dois resultados potenciais para o mesmo indivíduo constitui o problema fundamental da inferência causal (Holland, 1986), um problema de dados faltantes.

O presente estudo utilizou uma estimativa de pareamento para superar esse problema de dados faltantes, pareando os produtores orgânicos e convencionais de acordo com critérios a serem apresentados mais adiante, de modo a imputar o resultado potencial faltante para cada indivíduo na amostra (Uematsu & Mishra, 2012; Amare, Asfaw & Shiferaw, 2012). O objetivo foi estimar o efeito médio do Tratamento nos Tratados (ATT), pois o interesse foi estimar o efeito da conversão à produção orgânica nos resultados dos produtores que adotaram o sistema orgânico de produção (Heckman, 1997), ou seja, produtores no grupo tratado ou $t = 1$. Assim, define-se o ATT como:

$$ATT := E(t_i | t=1) = E(y_1 | t=1) - E(y_0 | t=1) \quad (2)$$

em que $E(y_0 | t=1)$ é o contrafactual, mas, para ser estimado, exige conhecer os indivíduos que não se

TABELA 1 – número de produtores contactados, incluídos e entrevistados e taxa de resposta

Sistema de produção	Tamanho	Contactados	Impossível de incluir*	Universo amostral	Entrevistados com sucesso	Taxa de resposta (%)
Convencional	Pequeno	79	16	63	46	73,0
	Médio	24	4	20	17	85,0
	Grande	11	5	6	4	66,7
Orgânico	Pequeno	12	0	12	12	100
Total		129	25	101	79	78,2

Notas: *excluíram-se 25 produtores porque 12 deles participaram ou tiveram um parente que administrava a propriedade entrevistado em teste piloto em 2015 e 13 destes deixaram de produzir morango ou se mudaram de Brazilândia. Os dados foram coletados entre maio de 2019 e dezembro de 2020 por meio de entrevistas face a face por dois entrevistadores — iniciais CZS e RDJRM —, com graduação em agronomia e experiência prática no cultivo de morango

Fonte: dados de pesquisa

converteram à produção orgânica, mas que poderiam ter se convertido. Ou seja, envolve encontrar indivíduos comparáveis àqueles que se converteram à produção orgânica, o que requer utilizar um critério de pareamento baseado em características (observáveis) dos produtores em um vetor \mathbf{x} de covariáveis.

A primeira suposição subjacente ao uso de critérios ou estimadores de pareamento é de Independência Condicional (CI), também conhecida como ignorabilidade (Wooldridge, 2010), seleção em observáveis (Fitzgerald, Gottschalk & Moffitt, 1998) ou ausência de confundimento (Imbens, 2004; Rosenbaum & Rubin, 1983). No entanto, CI não é uma suposição diretamente testável (Uematsu & Mishra, 2012).

Conforme a suposição CI, controlando para as covariáveis no vetor \mathbf{x} , a dupla de variáveis aleatórias (y_0, y_1) é média independente da escolha entre se converter ou não à produção orgânica ou, formalmente, $E(y_1|t) = E(y_0|t) = 0$. Assim, qualquer diferença remanescente no resultado, após o pareamento, pode ser atribuída unicamente à tecnologia de produção (Imbens, 2004), que pode ser considerada como puramente atribuída aos produtores na amostra (Becker & Ichino, 2002). Assim, sob CI, $E(y_1|\mathbf{x}, t) = E(y_1|\mathbf{x})$ e $E(y_0|\mathbf{x}, t) = E(y_0|\mathbf{x})$, tal que o ATT pode ser estimado com base nas observações pareadas como:

$$ATT = E(y_1|\mathbf{x}) - E(y_0|\mathbf{x}). \quad (3)$$

A segunda suposição subjacente aos estimadores de pareamento é a de sobreposição segundo a qual cada produtor da amostra deve ter uma probabilidade “suficientemente positiva” de ser designado à produção orgânica, de modo que, para cada possível vetor \mathbf{x} na população, $0 < \Pr(t=1|\mathbf{x}) < 1$. No entanto, como não há teste de especificação para sobreposição, deve-se investigar observar se as densidades de probabilidade estimadas apresentam muita massa sobre 0 ou 1 (Busso et al., 2014). Rosenbaum e Rubin (1983) intitulam a combinação das suposições CI e de sobreposição de suposição forte de ignorabilidade.

A terceira suposição subjacente aos estimadores de pareamento refere-se à distribuição das observações que devem ser independentemente e identicamente distribuídas (iid), tal que o resultado e o estado de tratamento de cada indivíduo são não relacionados com os resultados e estados de tratamento dos outros indivíduos na amostra. Atende-se essa hipótese no presente estudo, pois selecionou-se, aleatoriamente, os produtores da amostra.

3.3.2. Estimadores de pareamento

O pareamento com base em \mathbf{x} pode ser difícil se o número de covariáveis é muito elevado (Amare et al., 2012), devido à “maldição da dimensionalidade”. No entanto, Rosenbaum e Rubin (1983) mostraram que se pode utilizar, equivalentemente, a probabilidade estimada de tratamento condicionada em \mathbf{x} , $\hat{p}_i := \widehat{\Pr}(t=1|\mathbf{x}_i)$, para parear os produtores.

Para evitar a maldição da dimensionalidade, seguindo Rosenbaum e Rubin (1983), realizou-se o pareamento com base em \hat{p}_i , um índice que sumariza as covariáveis em \mathbf{x} . Ao fazê-lo, utilizou-se o estimador de correspondência de vizinhos mais próximo (*nearest neighbor matching* – NNM) de Abadie e Imbens (2006, 2011) para comparar os produtores com base nos Escores de Propensão (PS). O estimador NNM baseado em PS ou, simplesmente, estimador NNM/PSM seleciona os indivíduos mais próximos em termos de PS condicional no vetor de covariáveis \mathbf{x}_i , \hat{p}_i , para imputar o resultado potencial ausente de cada indivíduo na amostra. Em outras palavras, o estimador PSM combina amostras com base em uma única covariável contínua, \hat{p}_i , de modo que a diferença entre o resultado observado e o resultado potencial imputado constitui uma estimativa do efeito do tratamento individual. Mais recentemente, Abadie e Imbens (2016) derivaram um método para estimar os erros padrão do estimador NNM baseado em PS utilizados no presente estudo.

O primeiro passo do estimador PSM consiste em estimar as probabilidades de que os produtores escolham a produção orgânica condicional no vetor de covariáveis observáveis, $\hat{p}_i(x_i)$. Para tanto, utilizou-se um modelo de seleção probit para obter essas estimativas na medida em que se assume que a decisão do produtor em produzir de modo orgânico ou convencional segue o processo estocástico:

$$t_i = 1(t_i^* > 0) := 1(x_i' \beta + \epsilon_i > 0) \quad (4)$$

em que t_i é uma variável binária que recebe 1 se o produtor i é orgânico e recebe 0 se o produtor i é convencional, t_i^* é uma variável latente, $t_i^* := x_i' \beta + \epsilon_i$, com x_i o vetor de covariáveis do produtor i , β o vetor de parâmetros e ϵ_i a realização do erro normalmente iid distribuído ϵ .

Obtém-se a estimativa de máxima verossimilhança de β , $\hat{\beta} := \arg\max \ln L(\tilde{\beta})$ ao se encontrar $\tilde{\beta}$ que maximiza a função logaritmo da verossimilhança do modelo probit:

$$\ln L(\tilde{\beta}) = \sum_{i \in S} \ln \Phi(x_i' \tilde{\beta}) + \sum_{i \notin S} \ln(1 - \Phi(x_i' \tilde{\beta})) \quad (5)$$

em que $\Phi(\cdot)$ a função distribuição normal acumulada, $i \in S$ denota um produtor i do conjunto S de produtores orgânicos e $i \notin S$ denota um produto i não pertencente ao conjunto S e, assim, pertencente ao conjunto dos produtores convencionais.

Estima-se a probabilidade condicional do produtor i ser orgânico como:

$$\hat{p}_i = \Phi(x_i' \hat{\beta}) \quad (6)$$

No segundo passo, o estimador PSM utiliza o estimador NNM desenvolvido por Abadie e Imbens (2006, 2011) para gerar o conjunto de índices de vizinhos mais próximos, $\Omega(i)$, para cada observação $i = 1, \dots, n$ de acordo com a equação:

$$\Omega(i) = \{j_1, j_2, \dots, j_{m_i} | t_{j_k} = 1 - t_i, |\hat{p}_i - \hat{p}_{j_k}| < |\hat{p}_i - \hat{p}_1|, t_1 = 1 - t_i, 1 \neq j_k\} \quad (7)$$

em que m_i é o número de elementos no conjunto $\Omega(i)$.

Para tanto, utilizou-se o comando `teffects psmatch` do Stata 15 (StataCorp., 2017) para executar

o estimador PSM. Esse comando permite estipular um valor m tal que $m_i \leq m$ e, com isso, o número pareado para cada produtor i será menor ou igual a m produtores do grupo de tratamento oposto, ou seja, do grupo de produtores com $t=1-t_i$. Se m for pequeno, pode ser que observações pareadas sejam descartadas, ao passo que, se m for grande, observações não pareadas sejam incluídas na estimação do ATT (Uematsu & Mishra, 2012). Assim, utilizou-se $m_i=1, \dots, 5$ na análise de modo a checar a robustez das estimativas PSM.

No terceiro passo, o PSM estima o resultado potencial \hat{y}_{1i} e \hat{y}_{0i} para cada produtor $i = 1, \dots, n$, segundo a equação:

$$Y_{ti} = \begin{cases} y_i, & \text{se } t=t_i \\ \frac{\sum_{j \in \Omega(i)} y_j}{m_i}, & \text{caso contrário} \end{cases} \quad (8)$$

em que t_i é 0 se o produtor i é convencional e 1 se é orgânico, $\Omega(i)$ é o conjunto dos m_i produtores com tratamento oposto e pareados por NNM ao produtor i .

Finalmente, estima-se ATT com base na equação:

$$\widehat{ATT} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i (\hat{y}_{1i} - \hat{y}_{0i})}{\sum_{i=1}^n m_i} \quad (9)$$

3.3.3. Regressão com Mudança Endógena (ESR)

O estimador PSM corrige o viés com base em características observáveis, ao comparar a diferença entre as variáveis de resultado de produtores orgânicos e convencionais de produtores com características observáveis semelhantes. No entanto, o PSM não corrige o viés de seleção potencial devido a características não observáveis dos produtores (por exemplo, motivação, disposição para o trabalho,). Ademais, se houver viés de seleção baseado em características não observáveis, viola-se a suposição de CI.

Consoante Amare, Asfaw e Shiferaw (2012), complementam-se as estimativas de PSM com o

Estimador de Regressão de Mudança Endógena (ESR), introduzido na literatura moderna por Heckman (1976 e 1978), o que permite verificar a robustez dos resultados (Maddala, 1983). Para tanto utilizou-se o comando `etregress` do programa Stata 15 (StataCorp., 2017).

O estimador ESR oferece menos flexibilidade do que o estimador PSM, pois mais estrutura deve ser imposta ao modelo construído sem a suposição de Independência Condicional (IC). Empregou-se o estimador ESR que presume um modelo linear para resultados potenciais e um modelo probit para atribuição de tratamento, tal que:

$$\begin{aligned} y_i &= \delta_0 + \delta t_i + \epsilon_i \\ t_i &= 1(x_i' \beta + u_i > 0) \end{aligned} \quad (10)$$

em que δ_0 é o intercepto, δ é o parâmetro cujo valor é o ATT, ϵ_i é um erro não relacionado com o tratamento utilizado no modelo de resultados potenciais, x_i é um vetor de covariáveis não relacionadas ao erro u_i , utilizadas para modelar a atribuição do tratamento e os erros ϵ_i e u_i têm distribuição normal bivariada com vetor de médias zero e matriz de covariância:

$$\begin{bmatrix} \sigma^2 & \rho\sigma \\ \rho\sigma & 1 \end{bmatrix} \quad (11)$$

em que σ^2 é a variância de ϵ_i , a variância de u_i é normalizada em 1 e, assim, a covariância entre ϵ_i e u_i é $\rho\sigma$.

Estimou-se o modelo ESR por máxima verossimilhança com o Stata 15 com base na função de verossimilhança apresentada em Maddala (1983, p.122), tomando-se a não rejeição de $H_0: \rho = 0$ pelo teste de Wald como evidência em favor da suposição CI.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apresentam-se, nesta seção, os resultados das estimativas e conclusões decorrentes das análises destas.

Na Tabela 2, apresentam-se as definições das variáveis respostas no estudo, os valores médios para toda a amostra e, separadamente, as médias para produtores orgânicos e convencionais de morango, as estatísticas e os resultados dos testes t de médias.

Conforme os resultados na tabela 2, a receita média (*revenueb*), o custo médio de mão-de-obra (*lcb*), o custo médio de mudas (*scb*) e o custo médio de irrigação (*icb*) foram estatisticamente menores para os produtores convencionais. Para as demais variáveis respostas, não houve diferença significativa entre os grupos convencional e orgânico. No entanto, a simples comparação das médias das variáveis respostas dos grupos tratado (produtores orgânicos) e não tratado (produtores convencionais) ignora o potencial viés de seleção devido a características observáveis e não observáveis dos produtores. Para superar isto, utilizam-se as estimativas de NNM/PSM e ESR a seguir.

Como passo inicial, apresentam-se, na tabela 3, as definições das covariáveis no vetor x do modelo probit e suas médias para toda a amostra, produtores orgânicos e produtores convencionais.

Os resultados dos testes na coluna 5 da tabela 3 mostram que, em média, os produtores orgânicos cultivavam morango há mais tempo, tinham menor área cultivada com morango e tomavam, com menor frequência, empréstimos para cultivar morango. Quanto às demais características descritas na tabela 3, os produtores convencionais e orgânicos não diferiram.

As estimativas dos escores de propensão obtidas com a estimação do modelo de seleção probit têm média 0,15, igual a taxa observada na amostra (vide tabela 3) como esperado, e desvio padrão 0,27. Na tabela 4, apresentam-se as estimativas do modelo de seleção probit.

De acordo com as estimativas do modelo

TABELA 2 – definições das variáveis resposta, médias e testes *t* de comparação de médias

Definição variável	Média			Estatística <i>t</i>
	Amostra inteira (<i>n</i> =79)	Convencional (<i>n</i> =67)	Orgânico (<i>n</i> =12)	
<i>produtividade</i> (em caixas por ha)	18501,88	18942,36	16042,56	0,39
<i>tcb</i> (custo total médio de produção de morango em R\$ por caixa, enquanto custo total de produção dividido pela produção total de morango em caixas)	7,28	6,85	9,66	-1,49
<i>revenueb</i> (receita média em R\$ por caixa, enquanto receita total dividido pela produção total de morango em caixas)	8,12	7,29	12,73	-5,29***
<i>nrb</i> (receita líquida média em R\$ por caixa, enquanto diferença entre a receita média e o custo total médio)	0,84	0,44	3,07	-1,49
<i>lcb</i> (custo médio de mão-de-obra em R\$ por caixa)	2,53	2,39	3,28	-2,00**
<i>scb</i> (custo médio de mudas em R\$ por caixa)	1,85	1,67	2,85	-1,84**
<i>fcB</i> (custo médio de fertilizantes em R\$ por caixa)	1,30	1,18	2,01	-1,05
<i>pcb</i> (custo médio de pesticidas em R\$ por caixa)	0,18	0,19	0,13	0,81
<i>icb</i> (custo médio de irrigação em R\$ por caixa)	0,18	0,13	0,44	-3,70***
<i>phcb</i> (custo médio de comercialização em R\$ por caixa)	0,85	0,86	0,82	0,54

Notas: *, **, e * indicam significância estatística ao nível de 1%, 5% e 10%; uma caixa contém 1,2 kg de morango. Todos os valores monetários estão em valores constantes (reais) de 2021 pelo IGP-di

Fonte: dados de pesquisa

TABELA 3 – definições das Variáveis do Vetor *x* de Covariáveis do Modelo Probit, Médias e Testes de Comparação de Médias

Definição variável	Média			t/z estatística ¹
	Amostra inteira (<i>n</i> =79)	Convencional (<i>n</i> =67)	Orgânico (<i>n</i> =12)	
<i>orgânico</i> (=1 se orgânico, 0 caso contrário)	0,15			
Características do produtor				
<i>male</i> (=1 se masculino, 0 caso contrário)	0,87	0,90	0,75	1,40
<i>p34</i> (anos que cultiva morango)	14,09	12,97	20,33	-2,62***
Características da fazenda				
<i>area</i> (área cultivada com morango, em ha)	1,10	1,22	0,46	2,38**
<i>area2</i> (<i>area</i> ao quadrado)	2,30	2,65	0,33	1,46
<i>p4b</i> (área total que opera, em ha)	2,89	2,80	3,35	-0,71
<i>p2</i> (tipo de contrato de uso da terra para produção de morango: se é proprietário (=1), arrendatário (=2), proprietário arrendador com contrato de menos de um ano (=2), proprietário arrendador com contrato de mais de um ano (=3), meeiro que entra com a terra (=4) ou meeiro que entra com trabalho (=5))	1,61	1,70	1,08	1,38
<i>p10a</i> (frequência com que toma empréstimos para produzir morango: todo ano (=1), na maioria dos anos (=2), em alguns anos (=3), raramente (=4) e nunca (=5))	2,23	2,08	3,08	-2,07**
<i>p42</i> (categoria de razão de dívida ou total de dívidas sobre o total de ativos: 0-15% (=1), 15-30% (=2), 30-45% (=3), 45-60% (=4), 60-75% (=5), 75-95% (=6), 90-100% (=7))	1,79	1,73	2,08	-1,13

Notas: ***, **, e * indicam significância ao nível de 1%, 5% e 10%, respectivamente. O teste t foi usado para comparação das médias das covariáveis contínuas e utilizou-se o teste assintótico z da igualdade de proporções para comparar as médias de covariáveis categóricas

Fonte: dados de pesquisa

TABELA 4 – estimativas dos Parâmetros do Modelo de Seleção Probit do Primeiro Passo do Estimador NNM/PSM

Variável explicativa	Coefficiente	Efeitos marginais
Características do produtor		
<i>male</i> (=1 se homem, 0 caso contrário)	-3,463*** (1,307)	-0,328*** (0,0004)
<i>p34</i> (anos que cultiva morango)	0,101*** (0,039)	0,010*** (0,001)
Características da fazenda		
<i>area</i> (área cultivada com morango, em ha)	-5,272*** (1,947)	-0,500*** (0,002)
<i>area2</i> (área ao quadrado)	0,853** (0,350)	0,081*** (0,006)
<i>p4b</i> (área total que opera, em ha)	0,169** (0,078)	0,016** (0,034)
<i>p2</i> (tipo de contrato de uso da terra para produção de morango, ou seja, é proprietário (=1), é arrendatário (=2), é proprietário arrendador com contrato de menos de um ano (=2), é proprietário arrendador com contrato de mais de um ano (=3), é meeiro e entra com a terra (=4), é meeiro e entra com o trabalho (=5))	-1,051*** (0,362)	-0,100*** (0,002)
<i>p42</i> (categoria da razão de dívida ou total de dívidas sobre o total de ativos, tal que: 0-15% (=1), 15-30% (=2), 30-45% (=3), 45-60% (=4), 60-75% (=5), 75-95% (=6), 90-100% (=7))	0,471** (0,196)	0,045*** (0,003)
<i>p10a</i> (frequência com que toma empréstimos para produzir morango, todo ano (=1), na maioria dos anos (=2), em alguns anos (=3), raramente (=4), nunca (=5))	0,771** (0,369)	0,073*** (0,009)
Constant	0,866 (1,613)	
Estatística qui-quadrado com 8 graus de liberdade do teste Wald da significância global do modelo	21,89***	
Pseudo R-dois	0,597	
Número de observações	79	79

Notas: ***, **, e * indicam significância aos níveis de 1%, 5% e 10%, respectivamente. Erros-padrão robustos entre parênteses. A coluna “Efeitos Marginais” são probabilidades médias ou previstas

Fonte: dados de pesquisa

probit na tabela 4, o modelo é globalmente significativo pelo teste geral de Wald e todas as covariáveis são individualmente significativas. Estima-se que produtores do sexo masculino tenham uma probabilidade de 32,8 pontos percentuais menor de se tornarem produtores orgânicos e que um ano de experiência na produção de morango aumente em um ponto percentual a probabilidade de se tornar orgânico. Ainda conforme a tabela 4, mais área cultivada com morango diminui a probabilidade de se tornar orgânico até três hectares ($5.272/(2 \times 0,853)$), mas esse efeito é o inverso para áreas com mais de 3 ha, embora haja somente quatro produtores nessa situação na amostra. Cada hectare de área total em operação aumenta a

probabilidade de se tornar orgânico em 1,6 ponto percentual, enquanto ter a propriedade da terra em que produz morango aumenta a probabilidade de se tornar orgânico. Cada aumento de categoria razão dívidas/ativos e de categoria de frequência com que o produtor toma empréstimo para produzir morango aumenta a probabilidade de se tornar produtor orgânico em 4,5 pontos percentuais e 7,3 pontos percentuais, respectivamente. Finalmente, apesar de estarem dentro do esperado, esses resultados diferem um pouco daqueles obtidos por Resende Filho et al. (2019) que constataram que produtores menos experientes no cultivo de morangos eram mais propensos a produzir organicamente.

4.1. Estimativas do efeito médio do tratamento

nos tratados (ATT) por NNM/PSM

Na tabela 5, apresenta-se o ATT de se produzir morango organicamente em relação à produtividade (*produtividade*), receita média (*revenueb*), receita líquida média (*nrb*), custo total médio de produção¹ (*tcb*) e aos itens de custo que juntos representam 94,7% do *tcb*, quais sejam: custo médio de mão-de-obra (*lcb*) que responde por 34,7% do *tcb*, custo médio de mudas (*scb*) que responde por 25,4% do *tcb*, custo médio de fertilizante (*fc**b*) que responde por 18,0% de *tcb*, custo médio de pesticida (*pcb*) que responde por 2,5% do *tcb*, custo médio de irrigação (*icb*) que responde por 2,5% do *tcb* e custo de comercialização (*phcb*) que responde por 11,7% do *tcb*.

As estimativas ATT na tabela 5 indicam que a conversão à produção orgânica de morango não alterou a produtividade, mas aumentou o custo médio com mão-de-obra (*lcb*), mudas (*scb*), fertilizantes (*fc**b*), irrigação (*icb*) e o custo médio total (*tcb*). Contudo, como a receita média (*revenueb*) é maior na produção

orgânica de morango devido ao prêmio em preço, o aumento no custo tornou-se compensado, fazendo a receita líquida ou lucro médio da produção orgânica de morango não diferir da obtida com a produção convencional. O maior custo médio de irrigação (*icb*) na produção orgânica se deve, provavelmente, ao fato de o sistema orgânico de produção exigir o uso mais frequente de irrigação por aspersão de modo a “lavar” as plantas para reduzir ovos de ácaro ou aumentar a saúde das plantas, uma vez que na produção orgânica o uso de pesticidas não ocorre.

4.2. Estimativas do efeito médio do tratamento nos tratados (ATT) por ESR

Essa seção complementa as estimativas NNM/PSM com as estimativas ESR de ATT e realiza testes de Wald da hipótese nula de que não há correlação entre os erros de atribuição do tratamento e os erros de desfecho, como discutido na seção 3.3.3. A Tabela 6 apresenta as estimativas ATT por ESR.

As estimativas ATT, na Tabela 6, indicam não

TABELA 5 – Estimativas NNM/PSM do Efeito Médio do Tratamento nos Tratados (ATT)

Variável resposta	Número de pareamentos (m _i)				
	1	2	3	4	5
<i>produtividade</i> (em caixas por ha)	-4763,00 (9036,60)	-4776,89 (9421,76)	-9017,63 (8841,26)	-19506,06 (13129,95)	-15733,56 (13242,77)
<i>tcb</i> (custo total médio, em R\$ por caixa)	3,88 (2,73)	4,05 (2,73)	4,22* (2,49)	4,57* (2,40)	4,40* (2,37)
<i>revenueb</i> (receita média, em R\$ por caixa)	5,98*** (2,21)	5,90*** (2,10)	5,83*** (2,04)	5,90*** (2,02)	5,87*** (2,00)
<i>nrb</i> (receita líquida média, em R\$ por caixa)	2,11 (1,80)	1,85 (1,69)	1,61 (1,40)	1,33 (1,43)	1,47 (1,36)
<i>lcb</i> (custo médio de mão-de-obra, em R\$ por caixa)	1,03 (0,69)	1,09 (0,72)	1,25** (0,64)	1,35** (0,60)	1,35** (0,59)
<i>scb</i> (custo médio de mudas, em R\$ por caixa)	1,62*** (0,47)	1,69*** (0,47)	1,72*** (0,45)	1,72*** (0,42)	1,57*** (0,41)
<i>fc</i> <i>b</i> (custo médio de fertilizantes, em R\$ por caixa)	1,22 (0,80)	1,25 (0,77)	1,13 (0,77)	1,29* (0,73)	1,31* (0,72)
<i>pcb</i> (custo médio de pesticidas, em R\$ por caixa)	-0,28 (0,33)	-0,29 (0,33)	-0,17 (0,22)	-0,10 (0,17)	-0,08 (0,14)
<i>icb</i> (custo médio de irrigação, em R\$ por caixa)	0,32** (0,16)	0,31** (0,15)	0,31** (0,15)	0,31** (0,15)	0,28* (0,16)
<i>phcb</i> (custo de comercialização, em R\$ por caixa)	0,09 (0,20)	0,04 (0,19)	0,05 (0,15)	0,02 (0,14)	0,02 (0,13)

Notas: ***, **, e * indicam significância estatística ao nível de 1%, 5% e 10%; erros-padrão robustos entre parênteses; uma caixa contém 1,2 kg de morango

Fonte: dados de pesquisa

haver efeito na produtividade, custos e lucratividade, mas apenas da receita média (*revenueb*) ou preço médio recebido por caixa que foi maior no sistema orgânico de produção. Esses resultados não contradizem os obtidos com a estimação NNM/PSM. De fato, as estimativas ATT por ESR, na tabela 6, corroboraram as conclusões ATT por NNM/PSM de que não houve diferença em lucratividade e produtividade entre sistemas, apesar de nenhum dos itens de custo diferirem entre sistemas pelas estimativas ATT por ESR. Ademais, como a hipótese nula de que não há correlação entre os erros

de atribuição do tratamento e os erros dos resultados não é rejeitada pelo teste de Wald (tabela 6), conclui-se que a suposição de CI não é violada, exceto para *fc*b e *pc*b, mas que não altera as conclusões.

Em suma, as estimativas ATT por NNM/PSM e ESR indicaram haver iguais produtividade e lucratividade para produtores orgânicos e convencionais, mas Resende Filho et al. (2019) para o ano agrícola 2015 obtiveram maior lucratividade para a produção orgânica.

TABELA 6 – Estimativas ESR do Efeito Médio do Tratamento nos Tratados (ATT) por ESR

Variável resposta	Teste de Wald de $H_0: \rho=0$ [p-valor]	ATT (estimativa de δ)
<i>produtividade</i> (em caixas por ha)	1,70 [0,19]	-7216,57 (7648,18)
<i>tcb</i> (custo total médio, em R\$ por caixa)	0,75 [0,39]	6,25 (5,19)
<i>revenueb</i> (receita média, em R\$ por caixa)	0,16 [0,69]	5,22** (2,51)
<i>nrb</i> (receita líquida média, em R\$ por caixa)	1,35 [0,25]	7,18 (3,67)
<i>lcb</i> (custo médio de mão-de-obra, em R\$ por caixa)	0,25 [0,62]	1,17 (0,94)
<i>scb</i> (custo médio de mudas, em R\$ por caixa)	0,58 [0,45]	1,94 (1,64)
<i>fc</i> b (custo médio de fertilizantes, em R\$ por caixa)	8536,29*** [0,00]	-1,40 (0,00)
<i>pc</i> b (custo médio de pesticidas, em R\$ por caixa)	4,48** [0,03]	0,09 (0,10)
<i>icb</i> (custo médio de irrigação, em R\$ por caixa)	0,37 [0,54]	0,269 (0,167)
<i>phcb</i> (custo de comercialização, em R\$ por caixa)	0,03 [0,86]	-0,037 (0,111)

Notas: *, ** e * indicam significância ao nível de 1%, 5% e 10%; Erros-padrão robustos entre parênteses; na coluna “Teste de Wald” há a estatística qui-quadrado e o p-valor do teste entre colchetes

Fonte: dados de pesquisa

CONCLUSÕES

O Brasil é o maior mercado de produtos orgânicos da América Latina, mas cultiva apenas 0,5% de suas terras em sistemas orgânicos de produção, possivelmente devido às menores produtividade e lucratividade e maiores custos da produção orgânica vis-à-vis a produção convencional. O primeiro objetivo desta pesquisa foi investigar como a produção orgânica e convencional de morango se comparam em produtividade, lucratividade e custos no ano de 2019 para, em seguida, investigar se tais resultados são influenciados pelo período de análise.

As estimativas ATT por NNM/PSM e ESR indicaram iguais produtividade e lucratividade para produtores orgânicos e convencionais, sugerindo que a falta de incentivos econômicos pode ser uma barreira importante à conversão para a produção orgânica. Contudo, Resende Filho et al. (2019), para o ano agrícola 2015, obtiveram igual produtividade, mas maior lucratividade para a produção orgânica. Ademais, o presente estudo indicou que produtores do sexo feminino, que tomam empréstimos com maior frequência, têm maior experiência na produção de morango, têm maior área total em operação, têm menor área cultivada com morango, e que são mais endividados e proprietários da própria terra seriam mais propensos a produzir organicamente. Contudo, esses resultados diferem, em parte, daqueles obtidos por Resende Filho et al. (2019). Sendo assim, o período de análise parece ser importante para explicar as diferenças em resultados, como já aventado por Uematsu e Mishra (2012). De fato, as condições ambientais e econômicas variam de período para período, tal que estudos futuros devem buscar controlar para efeitos fixos de tempo, possivelmente com o uso de dados em painel.

NOTA DE FIM

¹ Calculou-se o custo total da produção de morango enquanto soma dos custos de mão-de-obra, mudas, fertilizante, pesticidas, outros químicos, irrigação e comercialização com base nas respostas apresentadas na tabela A1 em Apêndice.

AGRADECIMENTO

Estudo realizado com apoio e parceria da Fundação de Amparo à Pesquisa do Distrito Federal (FAPDF).

REFERÊNCIAS

- Abadie, A., & Imbens, G. W. (2006). Large sample properties of matching estimators for average treatment effects. *Econometrica*, 74(1), 235-267. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0262.2006.00655.x>
- Abadie, A., & Imbens, G. W. (2011). Bias-corrected matching estimators for average treatment effects. *Journal of Business & Economic Statistics*, 29(1), 1-11. <https://doi.org/10.1198/jbes.2009.07333>
- Abadie, A., & Imbens, G. W. (2016). Matching on the estimated propensity score. *Econometrica*, 84(2), 781-807. <https://doi.org/10.3982/ECTA11293>
- Amare, M., Asfaw, S., & Shiferaw, B. (2012). Welfare impacts of maize-pigeonpea intensification in Tanzania. *Agricultural Economics*, 43(1), 27-43. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0262.2006.00655.x>
- Antunes, L.E.C., Bonow, S., & Reisser Júnior, C. (2020). Morango: crescimento constante em área e produção. *Anuário Campo & Negócios HF*, 37: 88-92. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1122535/1/Anuario-HF-2020-LEC-Antunes.pdf>
- Badgley, C., Moghtader, J., Quintero, E., Zakem, E., Chappell, M. J., Aviles-Vazquez, K., Samulon, A., & Perfecto, I. (2007). Organic agriculture and the global food supply. *Renewable agriculture and food systems*, 22(2), 86-108. <https://doi.org/10.1017/S1742170507001640>
- Becker, S. O., & Ichino, A. (2002). Estimation of average treatment effects based on propensity scores. *The Stata Journal*, 2(4), 358-377. <https://doi.org/10.1177/1536867X0200200403>

- Caliendo, M., & Kopeinig, S. (2008). Some practical guidance for the implementation of propensity score matching. *Journal of economic surveys*, 22(1), 31-72. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6419.2007.00527.x>
- Dalcin, D., Souza, A. R. L., Freitas, J. B., Padula, A. D., & Dewes, H. (2014). Organic products in Brazil: from an ideological orientation to a market choice. *British Food Journal*, 116(12), 1998-2015. <https://doi.org/10.1108/BFJ-01-2013-0008>
- De Ponti, T., Rijk, B., & van Ittersum, M. K. (2012). The crop yield gap between organic and conventional agriculture. *Agricultural systems*, 108, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2011.12.004>
- Emater-DF (2016). Informativo da Produção agrícola. Sistemas de acompanhamento das ações de assistência técnica e extensão rural. Emater, Brasília, Distrito Federal, Brasil.
- Fagherazzi, A. F., Cocco, C., Antunes, L. E. C., Souza, J. A., & Rufato, L. (2014). La fragolicoltura brasiliana guarda avanti. *Rivista di Frutticoltura e di Ortofloricoltura*, 76(6), 20-25.
- Finckh, M. R., Van Bruggen, A. H., & Tamm, L. (Eds.). (2015). *Plant diseases and their management in organic agriculture*. American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota: APS Press. <https://doi.org/10.1094/9780890544785>
- Fitzgerald, J., Gottschalk, P., & Moffitt, R. (1998). An analysis of the impact of sample attrition on the second generation of respondents in the Michigan panel study of income dynamics. *Journal of Human Resources*, 33(2), 300-344. <https://doi.org/10.2307/146434>
- Froehlich, A. G., Melo, A. S., & Sampaio, B. (2018). Comparing the profitability of organic and conventional production in family farming: Empirical evidence from Brazil. *Ecological economics*, 150, 307-314. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.04.022>
- Goklany, I. M. (2002). The ins and outs of organic farming. *Science*, 298(5600), 1889-1891. <https://doi.org/10.1126/science.298.5600.1889b>
- Gregório, L.S., Gurgel, H., Dessay, N., Sousa, G. M., & Roux, E. (2019). Estimativa populacional pelo modelo *people in pixel* aplicado ao estudo da dengue no Distrito Federal-Brasil. *Confins*, 42, 1-21. <https://doi.org/10.4000/confins.22922>
- Heckman, J. (1997). Instrumental variables: A study of implicit behavioral assumptions used in making program evaluations. *The Journal of Human Resources*, 32(3), 441. <https://doi.org/10.2307/146178>
- Heckman, J. J. (1976). The common structure of statistical models of truncation, sample selection and limited dependent variables and a simple estimator for such models. *Annals of Economic and Social Measurement*, 5(4), 475-492.
- Heckman, J. J. (1978). Dummy Endogenous Variables in a Simultaneous Equation System. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 46(6), 931-959. <https://doi.org/10.2307/1909757>
- Holland, P. W. (1986). Statistics and causal inference. *Journal of the American statistical Association*, 81(396), 945-960.
- Imbens, G. W. (2004). Nonparametric estimation of average treatment effects under exogeneity: A review. *Review of Economics and statistics*, 86(1), 4-29. <https://doi.org/10.1162/003465304323023651>
- Kremen, C., & Miles, A. (2012). Ecosystem services in biologically diversified versus conventional farming systems: benefits, externalities, and trade-offs. *Ecology and society*, 17(4): 40. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-05035-170440>
- Leakey, R. R. (2014). The role of trees in agroecology and sustainable agriculture in the tropics. *Annual review of phytopathology*, 52, 113-133. <https://doi.org/10.1146/annurev-phyto-102313-045838>
- Maddala, G. S. (1983). *Limited-dependent and qualitative variables in econometrics*. Cambridge University Press.
- Nemes, N. (2009). Comparative analysis of organic and non-organic farming systems: A critical assessment of farm profitability. *Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome*, 33. <https://www.fao.org/3/ak355e/ak355e.pdf>
- Oliveira, V. C., la Rosa Massahud, R. T., Oliveira Costa, J. F., Andrade Melo, L. D. F., Grugiki, M. A., Melo Junior, J. L. D. A., Melo, M. F. V., Melo, E. F., & Silva, J. C. R. (2024). Avanços da produção orgânica brasileira: estudo a partir do Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos. *Contribuciones a Las Ciencias Sociales*, 17(1), 4689-4705. <https://doi.org/10.55905/revconv.17n.1-280>
- Reeve, J. R., Hoagland, L. A., Villalba, J. J., Carr, P. M., Atucha, A., Cambardella, C., & Delate, K. (2016). Organic farming, soil health, and food quality: considering possible links. *Advances in Agronomy*, 137, 319-367. <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2015.12.003>
- Resende Filho, M. A., Andow, D. A., Carneiro, R. G., Lorena, D. R., Sujii, E. R., & Alves, R. T. (2019). Economic and productivity incentives to produce organically in Brazil: Evidence from strawberry production in the Federal District. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 34(2), 155-168. <https://doi.org/10.1017/S1742170517000412>

- Rosenbaum, P. R., & Rubin, D. B. (1983). The central role of the propensity score in observational studies for causal effects. *Biometrika*, 70(1), 41-55. <https://doi.org/10.1093/biomet/70.1.41>
- Roy, A. D. (1951). Some thoughts on the distribution of earnings. *Oxford economic papers*, 3(2), 135-146. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.oep.a041827>
- Rubin, D. (1974). Estimating Causal Effects to Treatments in Randomised and Nonrandomised Studies. *Journal of Educational Psychology*, 66(5), 688-701. <https://doi.org/10.1037/h0037350>
- StataCorp. (2017). Stata: Release 15. Statistical Software. College Station, TX: StataCorp LLC.
- Uematsu, H., & Mishra, A. K. (2012). Organic farmers or conventional farmers: Where's the money? *Ecological Economics*, 78, 55-62. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.03.013>
- Willer, H., Trávníček, J., Meier, C., & Schlatter, B. (2021). The World of Organic Agriculture 2021: Statistics and Emerging Trends 2021. Research Institute of Organic Agriculture FiBL, Frick, and IFOAM – Organics International, Bonn. Available from: <<https://www.fibl.org/en/shop-en/1150-organic-world-2021>>.
- Wooldridge, J. M. (2010). Econometric analysis of cross section and panel data. MIT press.

APÊNDICE

TABELA A1 – questões no questionário aplicado no levantamento

Sobre como se considera enquanto agricultor
Convencional ____
Convencional, retornando da produção orgânica ____
Com produção de base agroecológica, mas não certificada ____
Orgânico ____
Quanto às características do produtor
1. Você é ____ Homem ____ Mulher
2. Qual o seu mais alto grau de escolaridade? ____ Sem escolaridade, ____ Ensino fundamental: ____ anos, ____ Ensino médio: ____ anos, ____ Curso técnico profissionalizante: ____ anos, ____ Ensino superior: ____ anos, ____ Ensino superior completo: ____ anos, ____ Pós-graduação (MBA, mestrado, doutorado), Residência Médica
3. Qual sua idade? ____ anos
4. Há quanto tempo produz morango? ____ anos
Quanto às características da propriedade
Diga-nos o que sabe sobre os serviços de extensão prestados pela Emater-DF: você utiliza esses serviços? ____ Sim ____ Não
Que usos você faz do total de terras que cultiva atualmente, independentemente de ser ou não o dono da terra? [Informe o número total de hectares. Se você faz rotação de culturas, informe a área média cultivada no ano.]
Total de terra cultivada: ____
Área para a produção de morango: ____ ha.
Quais alternativas a seguir melhor descrevem a sua atuação na agricultura? [Marque com um X todas as opções que considerar adequadas]
Você tem e opera a própria terra, ou seja, é proprietário e produtor ____
Você aluga a terra de outros, ou seja, é arrendatário ____
Você tem um contrato de aluguel de terra de um ano e recebe o valor do aluguel em dinheiro, ou seja, é proprietário arrendador com contrato de menos de um ano ____
Você tem um contrato de parceria em que entra com a terra, ou seja, é meeiro e entra com a terra ____
Você tem um contrato de parceria, mas não entra com a terra, ou seja, é meeiro e entra com o trabalho ____
Com que frequência você toma dinheiro emprestado para produzir morango?
Todo ano ____ Na maioria dos anos ____ Em alguns anos ____ Raramente ____ Nunca ____
Qual o seu índice de endividamento (valor total das dívidas dividido pelo valor total dos seus ativos) em 2014? ____
0-15% ____ 45-60% ____ 15-30% ____ 60-80% ____ 30-45% ____ 80-100%
Questões sobre as variáveis de resposta (custos, receitas, lucro, produtividade)
Que usos você faz do total de terras que cultiva atualmente, independentemente de ser ou não o dono da terra? [Informe o número total de hectares. Se você faz rotação de culturas, informe a área média cultivada no ano.] Área para a produção de morango: ____ ha.
Quais são as suas receitas por ano provenientes da agricultura? [Também pergunte se eles processam parte da produção de modo a vender como produto processado “de maior valor agregado”]. Com morango: R\$ ____ de receita, Número produzido de caixas ____, Receita por caixa R\$/caixa ____
Questões sobre quantidades e custos anuais dos insumos utilizados por você na produção de morango em um ano.

Quantas pessoas você contratou em números de contratos mensais? _____

Custo por contrato em R\$ ou em número de salários mínimos _____

Você comprou sementes/mudas ou as produziu você mesmo para uso próprio?

Quantidade de mudas/sementes _____

Custo unitário da muda/semente em R\$ _____

Você comprou e/ou produziu fertilizante para uso próprio?

Quantidade de fertilizante _____

Custo unitário do fertilizante em R\$ _____

Você comprou e/ou produziu pesticida para uso próprio?

Quantidade de pesticida _____

Custo unitário do pesticida em R\$ _____

Quais outros produtos químicos você adquiriu ou usou?

Quantidade de outros produtos químicos você adquiriu ou usou _____

Custo unitário de outros produtos químicos adquiridos em R\$ _____

Você utilizou irrigação na produção de morango?

Aspersão (quantas horas por dia)? _____

Gotejamento (quantas horas por dia)? _____

Qual a vazão da bomba? _____

Quais foram os seus custos com água? _____ R\$/mês

Quais foram os seus custos com energia elétrica? _____ R\$/mês

Quais foram os seus custos com combustível (diesel, gasolina, ...)? _____ R\$/mês

Qual foi o seu custo para preparar a produção de modo a deixá-la pronta para ser levada ao mercado (empacotamento, embalagens, defensivos, etc.)? _____ R\$ por caixa de 1,2 kg de morango

Usa túnel baixo? (Custo) _____ R\$
