

## **O IMPACTO DE PRÁTICAS ORGÂNICAS NO VALOR AGREGADO DA AGRICULTURA\*\***

*THE IMPACT OF ORGANIC PRACTICES ON THE ADDED VALUE OF AGRICULTURE*

*Fernanda Cigainski Lisbinski<sup>o</sup>*

*recibido: 15 septiembre 2021 – aceptado: 28 diciembre 2021*

---

### **Resumo**

Este estudo busca analisar como a agricultura orgânica afeta o valor agregado da agricultura. Para isso, estimou-se um modelo econométrico de dados em painel, utilizando os métodos de Efeitos Fixos, Efeito Fixo Corrigido e GLS (*Generalized Least Square*), com dados de 1995 a 2018. Os resultados demonstraram que práticas associadas à agricultura orgânica causam impactos positivos e significativos no valor agregado dos produtos agrícolas, enquanto práticas relacionadas ao uso de ações não sustentáveis e degradantes impactam negativamente e significativamente no valor agregado dos produtos. Verificou-se ainda que, práticas da agricultura convencional, como uso de fertilizantes e pesticidas, apesar de apresentar um impacto positivo no valor agregado do produto agrícola, este foi significativamente inferior ao uso de práticas orgânicas.

*Palavras-chave:* sustentabilidade, produto orgânico, ambiente, *generalized least square*.

*Classificação JEL:* Q15, Q51, Q56.

---

\* Cigainski Lisbinski, F. (2024). O impacto de práticas orgânicas no valor agregado da agricultura. *Estudios económicos*, 41(82), pp. 95-124, DOI: 10.52292/j.estudecon.2024.2867

\*\* Trabalho apresentado no 49º Encontro Nacional de Economia – 49º ANPEC, ocorrido entre os dias 06 a 10/12/2021.

<sup>o</sup> Universidade de São Paulo, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9131-5996>. E-mail: [fernanda.lisbinski@usp.br](mailto:fernanda.lisbinski@usp.br)

**Abstract**

This study aimed to analyze how organic agriculture affects the added value of agriculture. For this, an econometric model of panel data was estimated, using the fixed effects, corrected fixed effect and GLS (*Generalized Least Square*) methods, with data from 1995 to 2018. The results showed that practices associated with organic farming have positive and significant impacts on the added value of agricultural products. On the other hand, practices related to non-sustainable and degrading actions negatively and significantly influence the added value of products. It was also found that conventional agriculture practices such as the use of fertilizers and pesticides, despite having a positive effect on the added value of the agricultural product, this was significantly lower than that when organic practices are involved.

*Keywords:* sustainability, organic product, environment, generalized least square.

*JEL classification:* Q15, Q51, Q56.

## INTRODUÇÃO

A produção orgânica apresenta um cenário de crescimento no Brasil e no Mundo, estimulado por uma demanda crescente por alimentos saudáveis e pela consciência do produtor em diminuir o uso de agrotóxicos nas lavouras, em função dos riscos provocados à saúde e ao ambiente. Esse mercado crescente e rentável tem atraído novos empreendedores, que visam os lucros que podem advir dessa atividade, sem deixar de lado a principal filosofia da agricultura orgânica: a prática sustentável (Moraes & Oliveira, 2017).

A expansão da demanda por alimentos e bebidas orgânicas ocorre, principalmente, nos países da Europa e da América do Norte, além de na China. Desde os anos 2000, o crescimento médio anual das vendas no mercado varejista de produtos orgânicos no mundo foi maior do que 11%, demonstrando o dinamismo desse setor, principalmente ao se comparar tal resultado aos dados das vendas de produtos agrícolas básicos não orgânicos. Essa demanda internacional por produtos orgânicos tende a crescer continuamente ao longo dos próximos anos, visto que esses produtos têm sido associados com maiores níveis de segurança e saúde dos consumidores e menores impactos sociais e ambientais (Lima, Galiza, Valadares & Alves, 2020).

De 2000 a 2019, a área agricultável mundial destinada a cultivos orgânicos aumentou 482.52%. Nesse período, a agricultura orgânica teve um aumento no número de hectares cultiváveis, passando de 15 milhões para 72 milhões de hectares. Deste total, cerca de 50% da área agrícola destinada à produção orgânica se encontra na Oceania, seguida pela Europa (23%), América Latina (11%), Ásia (8%), América do Norte (5%) e África (3%). Embora o acréscimo de áreas nesse período seja expressivo, é possível verificar que o percentual em relação ao total da extensão das terras agrícolas disponíveis nas regiões ainda é pequeno, de modo que, em 2018, somente 1.5% da área agricultável do mundo foi destinada a cultivos orgânicos (Research Institute of Organic Agriculture [FIBL STATISTICS], 2021; Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAOSTAT], 2021).

Considerando somente as áreas agrícolas orgânicas no mundo, a Austrália – com 35,69 milhões de hectares – é o país com a maior extensão de terras destinada a esta prática, entre os 181 países com dados disponíveis de produção orgânica em 2019. O país ocupa a primeira colocação dos países com maior área agrícola desde 1999. O Brasil possuía, em 2019, cerca de 1.3 milhões de hectares, estando na 12ª posição em extensão de terras orgânicas, dentre os 181 países com dados disponíveis de produção orgânica em 2019, e apresentou um crescimento, entre 2000 e 2019, de cerca de 63% de terras destinadas a essa prática. No que se refere à produção

de produtos orgânicos, a região com maior produção mundial foi a Ásia (51%), seguida da África (27%), Europa (14%) e América Latina (7.15%), as demais regiões corresponderam a 0.85% da produção mundial de orgânicos. As vendas no varejo mundial geraram, em 2019, cerca de €106 milhões, tendo como principal mercado o europeu (FIBL STATISTICS, 2021).

Destaca-se que os produtos orgânicos apresentam um custo superior ao produto convencional, pois agregam valor pela característica ecológica que confere ao consumidor e ao ambiente, além de oferecer alimentos sem contaminação química (Lombardi, Moori & Sato, 2003). Resende e Resende Junior (2011) afirmam que a agricultura orgânica é uma excelente alternativa para pequenos produtores, tendo em vista a valorização dos produtos pelo mercado consumidor, que estão dispostos a pagar mais por alimentos mais saudáveis e praticamente sem contaminação por produtos químicos. Para Sirieix, Kledal e Sulitang (2011), os produtos orgânicos apresentam um preço maior, o qual o consumidor está disposto a pagar, pois compensa o custo maior devido à preocupação com a saúde e as questões ambientais. Pimentel e Patzek (2005) afirmam que a agricultura orgânica promove a melhoria da qualidade dos alimentos, aumento da segurança alimentar, maior valor nutricional, e, conseqüentemente, aumento no valor agregado do produto agrícola.

No entanto, o crescimento e desenvolvimento da agricultura orgânica dependerá do enfrentamento de alguns desafios, como o aumento progressivo da transformação de áreas cultiváveis convencionalmente em áreas agrícola orgânicas e o atendimento da grande demanda mundial. Outros fatores que podem ser destacados são a logística desses produtos, que são altamente perecíveis e, portanto, sua distribuição e consumo devem ser imediatos, principalmente para aquele produtor que não tem condições de armazená-lo. Por fim, destaca-se que a padronização dos critérios de certificação é outro desafio importante colocado para o setor, principalmente para o pequeno produtor, sendo necessária a criação de políticas públicas que possibilitem e auxiliem na adequação desses produtores aos padrões e exigências técnicas do mercado (Moraes & Oliveira 2017; Lima *et al.*, 2020).

Diante disso, o objetivo deste trabalho consiste em analisar como a agricultura orgânica afeta o valor agregado da agricultura. Para isso, como objetivos específicos visa-se: apresentar os conceitos iniciais e contribuições da literatura acadêmica que trata da agricultura orgânica, e analisar como fatores relacionados à agricultura orgânica impactam no valor agregado da agricultura. A hipótese deste trabalho consiste no fato de que a prática orgânica impacta positivamente no valor agregado da agricultura, tendo em vista que os preços desses produtos são mais altos devido ao seu processo produtivo com menor utilização de fertilizantes químicos

e agrotóxicos, o que traz uma menor produtividade, afetando a oferta deste tipo de produto; em contrapartida, tem-se um produto mais saudável e com maior valor nutricional, o que também agregará valor ao produto. Na metodologia, estimou-se um modelo econométrico de dados em painel, utilizando dados de 1995 a 2018. A escolha do período se deve ao fato de que a análise de um período mais longo pode contribuir para entender com acuidade como fatores relacionados à agricultura orgânica impactam no valor agregado da agricultura.

Justifica-se a presente pesquisa pelo fato de que a agricultura orgânica tem apresentado crescimento ao longo dos anos, de modo que os países terão que se adequar a práticas orgânicas e sustentáveis para se manterem competitivos no mercado internacional. Além disso, é possível observar que os consumidores estão cada vez mais preocupados com aspectos relacionados a sua saúde, buscando maior segurança e qualidade dos alimentos consumidos, e, também, com aspectos relacionados a questões ambientais e diminuição da degradação dos solos. Destaca-se ainda, que a agricultura orgânica é uma forma de gerar renda para a agricultura familiar e gerar empregos, tendo em vista que essa prática se utiliza de um maior número de mão de obra.

Por fim, ressalta-se que a crise global da saúde, provocada pela COVID-19, afetou todos os aspectos do dia a dia da população, principalmente os hábitos alimentares, provocando mudanças no estilo de vida das pessoas. Neste cenário de pandemia, a maioria dos consumidores passou a priorizar sua segurança pessoal, a saúde e o bem-estar de suas famílias. Segundo Cachero-Martínez (2020), a pandemia causada pela COVID-19 mudou a mentalidade de muitos consumidores; as pessoas começaram a ter maior conscientização dos perigos advindos da falta de cuidado do planeta. Antes da pandemia, havia um aumento notável na preocupação coletiva com o ambiente e a sustentabilidade; no entanto, com a COVID-19 esse processo se acelerou, e um grande número de pessoas estão determinadas a agir de forma mais responsável. Nesse sentido, a crise sanitária provocou o aumento do consumo de alimentos orgânicos, ou seja, os produtos que são produzidos com a aplicação de métodos agrícolas ecologicamente corretos e os produtos que são processados sem o uso de aditivos químicos e conservantes (Śmiglak-Krajewska & Wojciechowska-Solis, 2021).

Diante disso, esta pesquisa encontra-se estruturada em cinco seções, contando esta introdução. Na segunda seção, apresenta-se o referencial teórico com a definição de agricultura orgânica, bem como uma revisão de literatura com os principais trabalhos desenvolvidos na área. Na terceira seção, apresenta-se a metodologia utilizada no desenvolvimento desta pesquisa. Na quarta seção, encontram-se a análise e a discussão dos resultados encontrados. E por fim, na quinta e última seção, apresentam-se as conclusões obtidas neste estudo.

## I. REFERENCIAL TEÓRICO

## I.1. A agricultura orgânica e seus princípios básicos

Agricultura orgânica pode ser definida como um sistema de produção que sustenta a saúde dos solos, ecossistemas e pessoas. Tal prática depende de processos ecológicos, biodiversidade e ciclos produtivos adaptados às condições locais, ao invés do uso de insumos com efeitos adversos. Agricultura orgânica combina a tradição, a inovação e a ciência para beneficiar o ambiente compartilhado e promover relacionamentos justos e uma boa qualidade de vida para todos os envolvidos, além de preservar as características do solo e diminuir a degradação ambiental (International Movement of Organic Agriculture Movements [IFOAM], 2010). A agricultura orgânica é um novo ambiente produtivo que se desenvolveu a partir de uma reação ao modelo degradante que se encontra em vigor. Baseia-se no uso mínimo de insumos não agrícolas (químicos) e em práticas de gestão que restauram e melhoram a qualidade ambiental, mantendo o ambiente em harmonia (Gold & Gates, 2007).

Na agricultura orgânica os sistemas de fertilidade do solo são aumentados pela rotação de culturas, pela policultura, pela cobertura de safras e pela cobertura morta. Além do uso de técnicas de cultivo e de disposição de resíduos orgânicos de maneira ambientalmente adequada, controles biológicos e pesticidas naturais (extraídos principalmente de plantas) (Lampkin, 2002; Lotter, 2003; Finatto, *et al.*, 2013; Altieri & Nichols, 2018; Koepf, 2006; Kristiansen, Taji & Reganold, 2006; Gliessman, 2007).

De acordo com a IFOAM (2010), a agricultura orgânica deve ser pautada por quatro princípios: saúde, deve sustentar e melhorar a saúde do solo, das plantas, dos animais, dos seres humanos e do planeta como um todo; ecologia, deve ser baseada nos sistemas e ciclos ecológicos, aumento do solo orgânico e no auxílio da sustentabilidade deles; justiça, deve construir relacionamentos que garantam justiça em relação ao uso comum do ambiente e oportunidades de vida; e, cuidado, a agricultura orgânica deve ser gerida de forma preventiva e de maneira responsável, protegendo a saúde e o bem-estar das gerações atuais e futuras, e o ambiente.

Gomiero, Pimentel e Paoletti (2011) afirmam que um sistema de produção orgânica tem os objetivos de aumentar a diversidade biológica em todo o sistema, aumentar a atividade biológica do solo, manter a fertilidade do solo a longo prazo, reciclar resíduos vegetais e animais para devolver nutrientes para a terra, minimizando o uso de recursos não renováveis. Além disso, depende de recursos reno-

váveis na agricultura organizada localmente, promove o uso saudável do solo, da água e do ar, minimizando todas as formas de poluição que podem resultar de práticas agrícolas, e, lida com produtos agrícolas com ênfase no cuidado com os métodos de processamento, a fim de manter a integridade e qualidades vitais do produto em todas as fases. Por fim, o autor destaca que a filosofia orgânica visa preservar o ambiente natural, preocupando-se com a flora e fauna locais, e que isso é frequentemente pouco compreendido pelos consumidores e decisores políticos. Segundo a FAOSTAT (2004), as evidências apontam que a agricultura orgânica e o manejo florestal sustentável não só produzem commodities, mas constroem sistemas alimentares autogerados e estabelecem conexões entre áreas protegidas.

No entanto, apesar das evidências dos benefícios advindos da agricultura orgânica, a literatura que versa sobre o assunto apresenta divergências. Alguns autores afirmam que a agricultura orgânica é uma ideologia em vez de uma abordagem científica para a agricultura, pois é algo difícil de ser implementado de maneira global, sem prejudicar a oferta mundial de alimentos (Kirchmann & Thorvaldsson, 2000; Rigby & Càceres, 2001; Trewavas, 2001, 2004; Edwards-Jones & Howells, 2001; De Gregori, 2003). Outros apresentam uma crítica mais branda, com base na preocupação de que nem todas as estratégias de agricultura orgânica podem ser aplicadas globalmente e sem muitos ajustes locais, e devido a essa falta de coerência, eles sugerem que esta abordagem pode levar a um agravamento dos problemas agrícolas (Tilman, Cassman, Matson, Naylor & Polasky, 2002; Elliot & Mumford, 2002; Wu & Sardo, 2010). E autores como Elliot & Mumford (2002) sugerem, ainda, a adoção da agricultura integrada, ao invés de manter apenas práticas orgânicas, que podem ser mais prejudiciais à agricultura do que as práticas convencionais.

Do ponto de vista econômico, destaca-se que os rendimentos em sistemas orgânicos tendem a ser mais baixos, e que os custos de insumos são geralmente menores. Estudos como de Drinkwater, Wagoner e Sarrantonio (1998), Delate *et al.* (2003) e Pimentel e Patzek (2005) afirmam que não há diferença significativa de receita com a adoção da agricultura orgânica em comparação com a convencional, pois há uma diminuição do uso de insumos químicos, mas ocorre aumento de mão de obra e diminuição do rendimento. No entanto, os ganhos da agricultura orgânica são de longo prazo, com a diminuição da degradação ambiental, sustentabilidade dos solos, preservação da fauna e flora, melhoria da qualidade ambiental e preservação dos recursos naturais. Além disso, essa prática promove a melhoria da qualidade dos alimentos, aumento da segurança alimentar, maior valor nutricional, e, conseqüentemente, aumento do valor agregado do produto agrícola.

Por fim, ressalta-se que a confiança do consumidor é um pré-requisito para o estabelecimento de um mercado para tais produtos (Janssen & Hamm, 2012; Noblet & Teis, 2015; Vermeir & Verbeke, 2006). Diante disso, é necessário que esses produtos passem por um processo de certificação, demonstrando a confiabilidade do produto e a segurança ao adquiri-lo. A certificação de produtos orgânicos envolve um conjunto de procedimentos estabelecidos e acordados entre agricultores/produtores, compradores desses produtos, comerciantes e consumidores, que possam garantir que esses bens ou serviços foram produzidos de forma diferenciada dos demais, respeitando os princípios da agricultura orgânica (Brancher, 2004). Além disso, a certificação orgânica tem como objetivo conquistar maior credibilidade dos consumidores e conferir maior transparência às práticas e aos princípios utilizados na produção orgânica (Campanhola & Valarini, 2001), oferecendo uma forma de garantia para comercialização desses bens e serviços com o selo certificador de produto orgânico; comprovando que estes têm procedência isenta de contaminações químicas, com uma produção que respeita o ambiente e o agricultor.

Para Neves, Almeida, De-Polli & Ribeiro (2004), a agricultura orgânica é um mercado inovador, pois apresenta baixa dependência de insumos externos, aumento do valor agregado do produto e propicia a preservação de recursos naturais e do ambiente, minimizando o efeito estufa ao estimular o aumento e a preservação da matéria orgânica no solo e a preservação da sua capacidade produtiva. Além disso, gera aumento da renda dos produtores, oportunidade na geração de empregos em comunidades de agricultores familiares e nos demais segmentos da cadeia agrícola produtiva.

## II.2. Revisão de literatura

A discussão sobre agricultura orgânica é recente na literatura, demonstrando a importância de pesquisar tal assunto. Nesta seção, apresentam-se algumas contribuições da literatura que tratam da agricultura orgânica, tais como: Elliot e Mumford (2002), Wu e Sardo (2010), Gomiero, Pimentel e Paoletti (2011), Sambui-chi, Oliveira, Silva e Luedemann (2012), Reganold e Wachter (2016) e Pintor (2020).

Elliot e Mumford (2002) apresentaram uma crítica ao estudo de Reganold, Glover, Andrews e Hinman (2001) sobre a produção de maçã no estado de Washington. Reganold *et al.* (2001) concluíram em seu estudo que a produção orgânica de maçã foi superior à produção integrada e convencional em critérios econômicos, ambientais e de preferência do consumidor. Elliot e Mumford questionaram as conclusões extraídas dos resultados disponíveis. Segundo os autores, as diferenças

entre sistemas orgânicos e integrados são mínimas ou não justificadas pelos métodos usados. A agricultura orgânica depende de preços em um nicho de mercado e prescreve certas tecnologias em bases ideológicas, em vez de pragmáticas. Os autores sugeriram que maiores benefícios gerais podem ser alcançados pelo uso de legislação para restringir as tecnologias mais prejudiciais, deslocando assim toda a indústria para a produção integrada, o que levaria ao sucesso dos sistemas agrícolas em todo o mundo.

Wu e Sardo (2010) buscaram realizar uma revisão dos princípios da agricultura sustentável e das formas de enfrentá-los. Os autores apresentam uma visão crítica das opções possíveis para melhorar a sustentabilidade dos quatro grupos principais de operações agrícolas: cultivo, fertilização, irrigação e controle de pragas. Para o cultivo, a adoção de alguma forma de lavoura de conservação é sugerida, e as várias opções possíveis são examinadas criticamente. As conclusões para a fertilização são de que geralmente a melhor solução é uma mistura de fertilizantes orgânicos e minerais, e que a qualidade dos alimentos não é influenciada pela origem do fertilizante. Para otimizar o projeto e gestão do sistema de irrigação, utilizaram-se os critérios relacionados à entrada de energia, proteção do solo contra a erosão e aumento de salinidade e redução dos riscos de produção. Para o controle de pragas, abordagens de manejo integrado de pragas, incluindo atividades proativas e a redução paralela da possível extensão de aplicações de pesticidas sintéticos, são a solução mais sustentável. Os autores enfatizaram aspectos relacionados à sustentabilidade, como conservação do solo e da água, economia de energia, balanço de CO<sub>2</sub>, que muitas vezes são esquecidos, mas são um componente importante da sustentabilidade. E argumentaram que a sustentabilidade da agricultura eficaz e de longo prazo deve, principalmente, ganhar a aceitação dos agricultores e, assim, as soluções selecionadas devem garantir níveis de lucro e produtividade, sem aumentar os riscos. Dessa forma, concluíram que diante do fato de o conceito de sustentabilidade ser fundamentalmente dinâmico, específico do local e do tempo, as soluções propostas devem ser flexíveis, personalizadas para as fazendas individuais e abertas ao progresso tecnológico e científico.

Gomiero, Pimentel e Paoletti (2011) realizaram uma revisão comparativa do desempenho ambiental da agricultura orgânica versus a agricultura convencional, e, também, discutiram as dificuldades inerentes a este processo de comparação. Os autores constataram que, com o uso da agricultura orgânica, a perda de solo é bastante reduzida, e o conteúdo de matéria orgânica do solo (MOS) aumenta. A bioquímica do solo e as características ecológicas também parecem melhorar. Além disso, solos manejados organicamente têm uma capacidade de retenção de água maior do que solos gerenciados convencionalmente, resultando em maiores ren-

dimentos em comparação com a agricultura convencional, em condições de escassez de água. E ainda, os sistemas de agricultura orgânica geralmente abrigam uma maior biodiversidade floral e faunística do que os sistemas convencionais, embora, quando bem administrado, também o último possa melhorar a biodiversidade. Por fim, os autores constataram que a agricultura orgânica tem maior eficiência energética, mas, em média, exibe rendimentos mais baixos e, portanto, reduzida produtividade. Dessa forma, concluíram que a agricultura orgânica parece ter um desempenho melhor do que a agricultura convencional, e que fornece, também, outras vantagens ambientais importantes, como interromper o uso de produtos químicos nocivos e sua disseminação no ambiente e ao longo da cadeia trófica, e redução do consumo de água.

Sambuichi *et al.* (2012) analisaram questões relacionadas à sustentabilidade ambiental do setor agropecuário brasileiro, no que se refere a aspectos relacionados aos impactos do crescimento do setor sobre o ambiente, às políticas atuais e às estratégias necessárias para mitigar esses impactos. Os autores afirmaram que as políticas agrícolas implementadas no Brasil não consideravam os impactos negativos do modelo de desenvolvimento adotado, provocando um desequilíbrio no tripé da sustentabilidade, ao privilegiar o aspecto econômico em detrimento do social e ambiental. Portanto, é recente a preocupação dos formuladores de políticas em estabelecer políticas referente às questões de sustentabilidade do setor agrícola. O principal desafio no Brasil apontado pelos autores é a adoção de múltiplas estratégias como a geração e difusão de tecnologias ambientalmente saudáveis, estruturação de sistemas integrados de informação agroambiental e aplicação de instrumentos econômicos que minimizem as externalidades negativas do setor, fundamentais para o desenvolver de uma produção agrícola sustentável.

Reganold e Wachter (2016) examinaram o desempenho da agricultura orgânica à luz de quatro indicadores-chave de sustentabilidade: produtividade, impacto ambiental, viabilidade econômica e bem-estar social. Os autores concluíram que os sistemas de agricultura orgânica produzem rendimentos mais baixos em comparação com a agricultura convencional. No entanto, eles são mais lucrativos e ecológicos, e fornecem alimentos igualmente ou mais nutritivos que contêm menos (ou nenhum) pesticida, em comparação com a agricultura convencional. Além disso, a evidência inicial indicou que os sistemas agrícolas orgânicos oferecem maiores serviços ecossistêmicos e benefícios sociais. Assim, as evidências indicaram que, apesar de a agricultura orgânica ter um papel inexplorado a desempenhar quando se trata de estabelecimento de sistemas agrícolas sustentáveis, nenhuma abordagem única irá alimentar o planeta com segurança. Em vez disso, é necessária uma mistura de orgânicos e outros sistemas agrícolas inovadores. Além disso, existem barreiras

significativas para a adoção desses sistemas, sendo necessária a adoção de políticas públicas para facilitar seu desenvolvimento e implementação.

Pintor (2020) analisou a evolução da produção orgânica e os desafios para produção e exportação dos produtos orgânicos brasileiros, em particular para o mercado europeu. A análise demonstrou um crescimento contínuo da produção orgânica mundial entre 2000 e 2018. Para verificar o comportamento desses produtos no comércio mundial, o autor estimou um Modelo Gravitacional, tendo como variável dependente as exportações mundiais de orgânicos e variáveis independentes: o Produto Interno Bruto (PIB) e a população dos países exportadores de orgânicos, o PIB e a população da América do Norte e União Europeia, além da área agrícola destinada à produção orgânica, tanto dos países exportadores quanto da América do Norte e União Europeia. Os resultados do modelo estimado apontaram que as variáveis determinantes das exportações de orgânicos foram o PIB dos países exportadores, a população e a área agrícola orgânica da América do Norte e da União Europeia. Além disso, o autor realizou entrevistas com agricultores familiares orgânicos brasileiros, buscando investigar os desafios que estes produtores têm encontrado na produção e comercialização de produtos orgânicos. Os entrevistados apontaram, com relação às dificuldades na produção, o alto custo e a burocracia da certificação, falta de pagamento diferenciado pelo produto orgânico e indisponibilidade de insumos orgânicos. No que se refere aos desafios para exportação para o mercado orgânico europeu, os entrevistados relataram problemas como a falta de conhecimento do processo de exportação, dificuldade na obtenção da certificação orgânica europeia, falta de conhecimento da legislação orgânica europeia e do mercado europeu, além da escala de produção para exportação. Os produtores entrevistados afirmaram que as políticas públicas são importantes para o desenvolvimento da agricultura orgânica no Brasil, mas que necessitam ser melhoradas para atender as necessidades dos produtores familiares orgânicos.

## II. METODOLOGIA

### II.1. O modelo utilizado

Tomando como base os trabalhos de Elliot e Mumford (2002), Wu e Sardo (2010), Gomiero, Pimentel e Paoletti (2011), e Reganold e Wachter (2016), os quais afirmam que a agricultura orgânica tem maior lucratividade, traz maior valor agregado ao produto e custos baixos com fertilizantes, mas que esse sistema deve ser utilizado juntamente com outras tecnologias agrícolas, inclusive aquelas já disponíveis

pela agricultura convencional, para responder ao objetivo desta pesquisa, que é o de analisar o impacto de fatores atribuídos à agricultura orgânica no valor agregado da agricultura, definiu-se um modelo do tipo log-log pelas seguintes variáveis:

$$\begin{aligned} \ln VAAgr_{it} = & \alpha_0 + \beta_1 \ln Manure_{it} + \beta_2 \ln Pesticides_{it} \\ & + \beta_3 \ln NPK_{it} + \beta_4 \ln Gasemission_{it} \\ & + \beta_5 \ln Agriwaste_{it} + \beta_6 \ln Organicsoils_{it} \\ & + \beta_7 \ln Burntsurface_{it} \\ & + \beta_8 \ln Burnedbiomass_{it} \\ & + \beta_9 \ln Reforestedarea_{it} + u_{ijt} \end{aligned} \quad (1)$$

Em que:  $VAAgr_{it}$  representa o valor agregado da produção agrícola, do país  $i$ ;  $\alpha_0$  representa a constante do modelo de regressão;  $Manure_{it}$  é a quantidade de esterco aplicado na agricultura pelo país  $i$ ;  $Pesticides_{it}$  é a quantidade de pesticidas aplicados na agricultura pelo país  $i$ ;  $NPK_{it}$ , é a quantidade de fertilizantes (nitrato, fósforo e potássio) aplicado na agricultura pelo país  $i$ ;  $Gasemission_{it}$  se refere à quantidade de gases causadores de efeito estufa ( $CO_2$ ,  $CH_4$  e  $N_2O$ ) emitidos pela agricultura do país  $i$ ;  $Agriwaste_{it}$  se refere à utilização de resíduos agrícolas aplicados na agricultura pelo país  $i$ ;  $Organicsoils_{it}$  é a quantidade de solos orgânicos utilizados pela agricultura no país  $i$ ;  $Burntsurface_{it}$  é a superfície queimada para cultivo agrícola pelo país  $i$ ;  $Burnedbiomass_{it}$  é a biomassa queimada para cultivo agrícola pelo país  $i$ ;  $Reforestedarea_{it}$  é a área reflorestada pelo país  $i$  e  $u_{ijt}$  representa o termo de erro da equação.

Os sinais esperados dessas variáveis encontram-se descritos no Quadro 1, e compreendem o período de 1995 a 2018.

Quadro 1. Sinais esperados pelas variáveis do modelo

Variável	Descrição	Sinal esperado	Unidade de medida
	Valor agregado da produção agrícola do país	Variável Dependente	Milhões de USD
	Esterco aplicado na agricultura pelo país	(+)	kg/Hectare
	Pesticidas aplicados na agricultura pelo país	(+)	kg/Hectare

Fertilizantes (nitrato, fósforo e potássio) aplicado na agricultura pelo país	(+)	kg/Hectare
Gases causadores de efeito estufa (CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> e N <sub>2</sub> O) emitidos pela agricultura do país	(-)	Gigagramas
Resíduos agrícolas aplicados na agricultura pelo país	(+)	kg/Nutrientes
Solos orgânicos utilizados pela agricultura no país	(+)	Hectares
Superfície queimada para cultivo agrícola pelo país	(+)	Hectares (savana, savana lenhosa, matagal fechado, campos abertos e pastagens)
Biomassa queimada para cultivo agrícola pelo país	(-)	Toneladas (matéria seca: casca de arroz, cana de açúcar, milho e trigo)
Área reflorestada pelo país	(+)	Hectares

Fonte: elaborada pela autora, 2021.

Dessa forma, e considerando que o modelo econométrico se utiliza de dados em painel, no próximo tópico, discute-se a utilização desse tipo de método.

## II.2. Dados em painel

Os dados econométricos podem se apresentar em três formatos: dados de corte transversal (*cross-section*), que consiste em uma amostra de dados em um determinado período do tempo; dados em séries temporais (*time-series*), trata-se de um conjunto de valores observados em diferentes anos ao longo de um intervalo de tempo; e dados em painel (ou longitudinais), que são dados combinados e apresentam uma série de tempo para cada integrante do corte transversal do conjunto de

dados (Wooldridge, 2016). Para Greene (2008), a principal vantagem da utilização de dados em painel sob *cross-section* é a maior flexibilidade ao modelar diferentes comportamentos entre indivíduos do grupo. Já Wooldridge (2016), afirma que o principal benefício são as múltiplas observações sobre as mesmas unidades e o controle sobre características não observáveis dos indivíduos.

Diante disso, o modelo econométrico que será estimado nesta pesquisa seguirá uma abordagem de dados em painel. Segundo Baltagi (2005), essa estrutura de dados permite a utilização de mais observações, aumentando a variabilidade dos dados, o que diminui a colinearidade, aumenta os graus de liberdade e aumenta a eficiência das estimações do modelo.

A estrutura de um modelo de dados em painel pode ser dada, genericamente, pela seguinte expressão:

$$y_{it} = X_{it} + Z_{ia} + u_{it} \quad (2)$$

Consideram-se  $n$  regressores em  $X_{it}$ , sendo  $n$  o número de *cross-sections* do modelo; nesse caso a amostra compreende 30 países sem a inclusão de uma constante, e  $t$  representa a série temporal utilizada neste trabalho, 1995 a 2018. A heterogeneidade é dada por  $Z_{ia}$  e  $Z_b$ , que é composta por um termo constante e um grupo de variáveis individuais e específicas que podem ser observadas ou não (Greene, 2008).

Greene (2008), afirma que a análise de dados em painel pode ocorrer a partir de quatro modelos básicos: modelo *Pooled*; modelo de efeitos fixos; modelo de efeitos aleatórios e coeficientes aleatórios. No modelo de regressão *Pooled*, a constante e o modelo por MQO (Mínimos Quadrados Ordinários) irão gerar estimadores consistentes e eficientes, pois não há autocorrelação dos resíduos, considerando constante a relação entre indivíduos num determinado tempo; no entanto, acaba camuflando a heterogeneidade prejudicando a sua eficiência.

No modelo de efeitos fixos, os efeitos individuais podem se relacionar com os demais regressores, sendo mais utilizado para prever comportamentos individuais. No modelo de efeitos aleatórios, assume-se que a heterogeneidade individual não observada não está correlacionada com as demais variáveis analisadas, sendo mais utilizado para estudar a população em sua totalidade; e a estimação dos coeficientes aleatórios é um modelo que possui um termo aleatório constante e, dependendo da base de dados, aplica-se essa suposição para todos os coeficientes das unidades que compõem o *cross-section* (Greene, 2008).

Diante dos métodos apresentados por Greene (2008), destaca-se que os que permitem o tratamento da heterogeneidade dos dados são os modelos de efeito fixo e efeito aleatório. Para verificar o modelo mais apropriado a ser utilizado nesta pesquisa, realizou-se o teste de Hausman (1978). De forma que, se  $p < 0.05$ , rejeita-se a hipótese nula de que o modelo de efeitos fixos é mais apropriado que o modelo de efeitos aleatórios; caso contrário, o modelo de efeitos aleatórios é preferível ao de efeitos fixos.

### II.3. Testes aplicados ao modelo

Além do teste de Hausman (1978), outros testes foram realizados, como teste Chow, teste de Wald, Breusch e Pagan (1980) e teste de Wooldridge (2016). Diante disso, para a verificação do modelo mais apropriado para o presente estudo, utilizou-se o teste de Hausman (1978), o teste Chow (1960) e o teste LM de Breusch e Pagan (1980). Assim, no teste de Hausman, a rejeição da hipótese nula ( $p < 0.05$ ) indica que o modelo de efeitos fixos é mais apropriado que o modelo de efeitos aleatórios; caso contrário, é preferível o modelo de efeitos aleatórios. No teste Chow, a rejeição da hipótese nula ( $p < 0.05$ ) indica que o modelo de efeitos fixos é mais apropriado que o modelo *pooled*; caso contrário, é preferível o modelo *pooled*. E, no teste LM de Breusch-Pagan, a rejeição da hipótese nula ( $p < 0.05$ ) indica que o modelo de efeitos aleatórios é mais apropriado que o modelo *pooled*; caso contrário, é preferível o modelo *pooled*.

Segundo Greene (2008), os modelos em dados em painel apresentam muitas vantagens quando comparados a outros modelos, no entanto, esse modelo também pode apresentar problemas de estimação, pois a agregação de dados de corte e séries temporais implica muitas vezes no surgimento de problemas como heterocedasticidade e autocorrelação.

Diante disso, a fim de verificar a presença de heterocedasticidade no modelo, foi realizado o teste de Wald, sendo a hipótese nula de homoscedasticidade (variância constante); caso contrário, haverá heterocedasticidade. Destaca-se que a heterocedasticidade do modelo pode ser corrigida com a estimação do modelo na forma robusta ou, ainda, utilizando o *Generalized Least Square* (GLS). Conforme Hirantha (2004) e Akhter e Ghani (2010), essa técnica é preferida diante de outras técnicas por sua superioridade e maior eficiência em lidar com os problemas de heteroscedasticidade e autocorrelação. Para Wooldridge (2016) o método GLS será preferido se houver evidência de correlação serial, pois o estimador é mais eficiente e as estatísticas dos testes serão pelo menos assintoticamente válidas; além disso, o

estimador GLS têm a vantagem de eliminar possíveis raízes unitárias existentes. Já Greenaway (2000) afirma que a possibilidade de heterocedasticidade pode ser controlada ao usar erros padrões robustos; este método aproxima os estimadores de seus resultados clássicos ao produzir estimadores que não são afetados por pequenas variações que levariam a resultados viesados e testes inefficientes.

Diante disso, o Quadro 3 apresenta a síntese das informações referentes aos testes realizados no modelo.

Quadro 2. Testes Realizados no Modelo

Testes realizados	Hipótese do Teste
Teste de Hausman	$H_0$ : Modelo de Efeitos Aleatórios $H_1$ : Modelo de Efeitos Fixos
Chow	$H_0$ : Modelo <i>Pooled</i> $H_1$ : Modelo de Efeitos Fixos
LM de Breusch pagan	$H_0$ : Modelo <i>Pooled</i> $H_1$ : Modelo Efeitos Aleatórios
Teste de heterocedasticidade (Teste de Wald)	$H_0$ : não há heterocedasticidade $H_1$ : há heterocedasticidade
Teste de Wooldridge	$H_0$ : ausência de autocorrelação $H_1$ : presença de autocorrelação

Fonte: elaborada pela autora, 2021.

Após a apresentação dos testes que serão realizados no modelo, parte-se para a definição das variáveis e fonte de dados utilizados nesta pesquisa.

#### II.4. Dados e variáveis do modelo

Os dados utilizados para a estimação dos resultados do modelo são de fontes secundárias. Todos os dados utilizados foram extraídos da base de dados da FAOSTAT para o período de 1995 a 2018. A amostra compreende os trinta países com os maiores valores agregados agrícolas.

Diante disso, o Quadro 3 apresenta a síntese das informações referentes às variáveis do modelo.

Quadro 3. Descrição das variáveis utilizadas

Variável	Descrição	Fonte dos dados	Países analisados
	Valor agregado da produção agrícola do país	FAOSTAT	Alemanha; Argélia;
	Esterco aplicado na agricultura pelo país	FAOSTAT	Argentina; Austrália;
	Pesticidas aplicados na agricultura pelo país	FAOSTAT	Bangladesh; Brasil;
	Fertilizantes (nitrato, fósforo e potássio) aplicado na agricultura pelo país	FAOSTAT	Canadá; China;
	Gases causadores de efeito estufa (CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> e N <sub>2</sub> O) emitidos pela agricultura do país	FAOSTAT	Colômbia; Egito;
	Resíduos agrícolas aplicados na agricultura pelo país	FAOSTAT	Espanha; Estados Unidos da América;
	Solos orgânicos utilizados pela agricultura no país	FAOSTAT	Etiópia; Filipinas;
	Superfície queimada para cultivo agrícola pelo país	FAOSTAT	França; Índia; Indonésia;
	Biomassa queimada para cultivo agrícola pelo país	FAOSTAT	Irã; Itália; Japão;
			Quênia; Malásia;
			México; Nigéria;
			Paquistão; República da Coreia;
	Área reflorestada pelo país	FAOSTAT	Rússia; Tailândia;
			Turquia; Vietnam

Fonte: elaborada pela autora, 2021.

Após a apresentação do procedimento metodológico utilizado na presente pesquisa, parte-se para a apresentação da análise e discussão dos resultados encontrados.

## III. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os testes realizados para a escolha do modelo, disponíveis na Tabela 1, apontaram que o melhor estimador é o método de efeitos fixos, o mais adequado para representar o modelo a ser analisado neste trabalho. No entanto, o teste de Wald detectou a presença de heterocedasticidade neste modelo, sendo, portanto, necessário realizar a correção deste. Já o teste de Wooldridge apontou a existência de autocorrelação dos resíduos do modelo.

Para a correção do modelo, optou-se por utilizar o teste de estimador Robusto de *White* e o método de *Generalized Least Square* (GLS), pois, de acordo com Hirantha (2004) e Akhter e Ghani (2010), o método GLS é preferido diante de outras técnicas de estimação devido a sua superioridade em trabalhar com problemas de heterocedasticidade e autocorrelação. Dessa forma, neste trabalho optou-se por apresentar os estimadores no formato Efeito Fixo (1), Efeito Fixo Corrigido (estimador Robusto de *White*) (2) e GLS (3), para eventuais comparações. Destaca-se que esta pesquisa apresentará somente a interpretação do modelo estimado pelo método GLS, tendo em vista que, segundo Hirantha (2004) e Akhter e Ghani (2010), é a preferida e mais adequada na presença de heterocedasticidade em modelos que se utilizam de dados em painel.

Os resultados (conforme Tabela 1) apontaram que o coeficiente da variável esterco aplicado na agricultura ( $Manure_{it}$ ) demonstrou-se positivo e estatisticamente significativo ao nível de 1%, indicando que um aumento de 1% na utilização de esterco na agricultura provoca um aumento de 0,22% no valor agregado da agricultura nos países analisados. Segundo Penteadó (2001), o esterco funciona como um fertilizante, tem efeito nutricional, fornece proteínas, enzimas, vitaminas, antibióticos naturais, alcaloides, macro e micronutrientes. Pode, ainda, ser utilizado como defensivo natural, aumentando o vigor e a resistência da planta. Para Gaspari e Khatounian (2016), propriedades agrícolas que se utilizam de processos orgânicos na agricultura apresentam um baixo valor de despesas com insumos, isso se deve à organização produtiva com atividades que se conectam entre si gerando fluxos, como, por exemplo, o fluxo de esterco do gado para a horta.

Tabela 1. Teste e Resultados do Modelo Estimado para a Variável Dependente

Variáveis	Efeito fixo	Efeito fixo corrigido	GLS
	1.015085*** (0.1120367)	1.015085*** (0.3596062)	0.2208565*** (0.0481219)
	-0.0508746** (0.0220551)	-0.0508746* (0.0259488)	0.0217348* (0.0149426)
	0.02799637*** (0.06437)	0.02799637* (0.1675908)	0.0230498*** (0.0311213)
	-0.014306*** (0.0042478)	-0.014306*** (0.0039055)	-0.012085*** (0.0016943)
	1.431966*** (0.0928876)	1.431966*** (0.1739347)	0.37437*** (0.0343243)
	-0.8474483*** (0.2753207)	-0.8474483* (0.5398495)	-0.0139848*** (0.0055401)
	0.0428785*** (0.0137047)	0.0428785** (0.0172637)	0.017891* (0.0044941)
	-0.1400442*** (0.0399926)	-0.1400442** (0.0804485)	-0.0332379** (0.0145794)
	2.738521*** (0.2836662)	2.738521*** (0.9639241)	0.8713361*** (0.0271533)
Constant	-73.01122*** (4.317539)	-73.01122*** (12.59285)	-3.260684*** (0.7788737)
Número de Observações		720	
Within	0.5776	0.5776	
Between	0.2534	0.2534	
Overall	0.2097	0.2097	
Testes	Prob>chi2	Estatística	
Teste de Chow	0.00000	56.83	
Teste de Breusch Pagan	0.00000	2257.86	
Teste de Hausman	0.00000	627.09	
Teste Wooldridge	0.00000	92.079	
Teste Wald	0.00000	1556.72	

Fonte: Elaborada pela autora, 2021. Nota: Os valores entre parênteses são os resultados dos erros padrões, e \* representa o nível de significância da variável, sendo 10%: \*, 5%: \*\*, 1%: \*\*\*.

O coeficiente da variável praguicidas aplicados na agricultura ( $Pesticides_{it}$ ) demonstrou-se positivo e estatisticamente significativo ao nível de 10%, indicando que um aumento de 1% na utilização de praguicidas na agricultura provoca um aumento de 0.022% no valor agregado da agricultura nos países analisados. É possível observar que esse impacto é pequeno, pois, segundo Azzolini, Forner, Gorczyca, Bernardi e Silveira (2007), os pesticidas ou praguicidas atuam no controle de pragas e doenças que prejudicam as plantações, garantindo o aumento da produtividade, no entanto, os preços desses produtos são mais baratos do que os preços de produtos orgânicos. Lombardi, Moori e Sato (2003) afirmam que os produtos orgânicos agregam mais valor do que o convencional pelo aspecto ecológico que confere ao consumidor e ao ambiente, além de oferecer aspectos de limpeza, sem contaminação química pelo uso de fertilizantes ou agrotóxicos.

O coeficiente da variável de fertilizantes químicos aplicados na agricultura ( $NPK_{it}$ ) demonstrou-se positivo e estatisticamente significativo ao nível de 1%, indicando que um aumento de 1% na utilização de fertilizantes químicos na agricultura provoca um aumento de 0.023% no valor agregado da agricultura nos países analisados. Apesar de positivo, esse impacto no valor agregado da produção agrícola é mais baixo do que o impacto provocado pelo uso de esterco como fertilizante. Para Pereira (2017), o produtor possui um custo com adubação orgânica menor com um produto com maior valor agregado, sendo mais rentável produzir com a adubação orgânica. O esterco de aves é o mais vantajoso para o produtor, pois tem um menor custo, auxilia na formação da estrutura física do solo, aumenta a capacidade de retenção de água e contribui para a diminuição da fixação de fósforo no solo. Os autores destacam que a fertilização orgânica vem se confirmar como uma importante ferramenta para o incremento da produção e da renda do produtor agrícola.

Gomiero, Pimentel e Paoletti (2011) alertam que, apesar de os insumos orgânicos apresentarem melhor desempenho, conforme apontado por Pereira (2017), quando comparado às práticas agrícolas convencionais, em alguns casos, esse desempenho pode variar de acordo com culturas específicas e padrões de cultivo e em relação ao ambiente ou contexto em que a atividade agrícola é realizada. E Reganold e Wachter (2016) afirmam que, para atender à necessidade alimentar mundial, é necessária uma mistura de sistema orgânico e outros sistemas agrícolas inovadores, inclusive aqueles provindos da agricultura convencional.

A variável de Emissão de Gases provindos de atividades agrícolas e causadores de efeito estufa  $Gasemission_{it}$  apresentou coeficientes significativos a 1% e com sinal negativo, indicando que, com um aumento de 1% na emissão desses gases, tem-se uma diminuição de 0.012% no valor agregado da agricultura nos países analisados.

Para Nobre (2008), a emissão desses gases leva à aceleração do efeito estufa, provocando mudanças climáticas, de modo que países com alta dependência de recursos naturais, como, por exemplo, o Brasil, apresentem grande vulnerabilidade a essas mudanças, que podem eventualmente causar a diminuição da disposição de recursos naturais renováveis e da produtividade agrícola. Segundo a Embrapa (2021), o efeito estufa causa o aquecimento do planeta e, com isso, ocorrem as mudanças climáticas que irão afetar as mais diversas culturas, impactando na produtividade e na qualidade dos produtos agrícolas, diminuindo o valor agregado desses.

A variável de utilização de resíduos agrícolas  $Agriwaste_{it}$  no cultivo apresentou coeficientes significativos a 1% e com sinal positivo, indicando que um aumento de 1% da utilização de resíduos agrícolas aumenta em 0.37% o valor agregado da agricultura nos países analisados. Segundo Rosa *et al.* (2011), a geração de resíduos está associada ao desperdício na utilização de insumos, às perdas que ocorrem entre a produção e o consumo e aos materiais que, gerados ao longo da cadeia agroindustrial, não apresentam valor econômico evidente. Segundo os autores, estima-se que, em média, cerca de 20% a 30% da safra de grãos, frutas e hortaliças colhidas no Brasil sejam desperdiçados no deslocamento entre a lavoura e o consumidor. Os resíduos podem representar perda de biomassa e de nutrientes, causando o aumento do potencial poluidor devido à disposição inadequada, a qual provoca a poluição dos solos e de corpos hídricos quando da lixiviação de compostos, além de gerar problemas de saúde pública. Por outro lado, o alto custo associado ao tratamento, ao transporte e à disposição final desses resíduos gerados, que serão utilizados na atividade agrícola, tem efeito direto sobre o preço do produto final (Rosa *et al.*, 2011).

O coeficiente da variável solos orgânicos utilizados em atividades agrícolas ( $Organicsoils_{it}$ ) demonstrou-se negativo e estatisticamente significativo ao nível de 1%, indicando que um aumento de 1% na quantidade de solo orgânico utilizado na agricultura provoca uma diminuição de 0.014% no valor agregado da produção agrícola nos países analisados. O resultado encontrado contraria o resultado esperado, isso se justifica pelo fato de que a maioria dos países que compõem a base de dados analisada apresentaram aumento do valor agregado da agricultura, mas diminuição de solos orgânicos na produção agrícola. Em um estudo desenvolvido pela FAOSTAT (2015), envolvendo 600 pesquisadores de 60 países, observou-se que mais de 30% dos solos do mundo estão degradados, de modo que o ambiente se encontra ameaçado pela compactação, desequilíbrio de nutrientes e perda de matéria orgânica, o que já afeta cerca de um terço das terras do planeta. Segundo esta pesquisa, se o problema continuar a crescer nesta taxa e os países não adotarem medidas de recuperação do solo e cultivo de solos orgânicos, a produção agrícola e

agropecuária pode ser reduzida em mais de 10% até 2050. Além disso, o relatório de pesquisa aponta que a erosão em solos agrícolas e pastagens intensivas varia entre cem e mil vezes a taxa de erosão natural, e o custo anual de fertilizantes para substituir os nutrientes e as perdas devido à erosão chegam a cerca de USD 150 bilhões.

O coeficiente da variável superfície queimada para o desenvolvimento da atividade agrícola ( $Burntsurface_{it}$ ) demonstrou-se positivo e estatisticamente significativo ao nível de 5%, indicando que um aumento de 1% na quantidade de superfície queimada utilizada na agricultura provoca um aumento de 0.018% no valor agregado da agricultura nos países analisados. O sinal positivo da variável se deve ao fato de que a série utilizada apresenta alta oscilação com tendência de aumento nos anos iniciais, no entanto, as queimadas estão sendo deixadas de lado por muito países. Destaca-se que os países que apresentam maior área queimada são Austrália e Brasil.

Em 2020, o número de incêndios florestais teve grande aumento, a Austrália teve o maior incêndio florestal já registrado; partes do Ártico, Amazônia e Ásia Central também sofreram com incêndios severos. Em 2019, a Amazônia enfrentou seu terceiro maior incêndio já registrado, enquanto intensos incêndios também ocorreram na Indonésia, América do Norte e Sibéria, entre outras regiões. Uma pesquisa mostrou que, globalmente, a mudança climática está causando um aumento nas condições climáticas que podem provocar incêndios florestais. No entanto, apesar de um crescente campo de evidências sugerindo que as mudanças climáticas estão tornando as condições para incêndios mais prováveis, a análise descobriu que a área total queimada por incêndios florestais a cada ano diminuiu em até um quarto nas últimas duas décadas (Carbon Brief, 2020). De acordo com uma pesquisa divulgada pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), no Brasil, o aumento, em 2020, é de quase 200%, levando em conta que em 2019 já ocorreu aumento de mais de 320% em relação a 2018. Em 2020, o número de focos de incêndios já ultrapassou qualquer outro ano que tínhamos registrado na série histórica brasileira, desde 1998 (Câmara dos Deputados, 2020).

Segundo Capeche (2012), no Brasil as queimadas são práticas comuns e utilizadas como ferramenta de preparo das áreas agrícolas voltadas para o cultivo de lavouras, renovação de pastagens, controle e combate de pragas e doenças de plantas, de criações, além de plantas invasoras e na limpeza e redução de material combustível presente na superfície do solo, na silvicultura. No entanto, a queimada altera, direta ou indiretamente, as características físicas, químicas, morfológicas e biológicas dos solos, como: pH, teor de nutrientes e carbono, biodiversidade da micro, da meso e da macrofauna, temperatura, porosidade e densidade. Além de

ocasionar o aumento do efeito estufa, a redução da qualidade do ar, da água e da saúde. Essa prática pode ser abolida pelo uso de tecnologias que visem a conservação de solo e água e sistemas de produção sustentada.

O coeficiente da variável queima de biomassa no desenvolvimento da atividade agrícola ( $Burnedbiomass_{it}$ ) demonstrou-se negativo e estatisticamente significativo ao nível de 5%, indicando que um aumento de 1% na quantidade de biomassa queimada na agricultura provoca uma diminuição de 0.033% no valor agregado da agricultura nos países analisados. A biomassa é o material biológico proveniente de seres vivos passíveis de conversão em energia. Este material inclui produtos e resíduos provenientes da agricultura, da floresta e das indústrias relacionadas, bem como da fração biodegradável dos resíduos industriais e urbanos. São exemplos de biomassas utilizadas: bagaço de cana de açúcar, madeira, palha, casca de arroz, milho, capim, casca de cupuaçu, algas, capim elefante e outros. No entanto, a energia originada da transformação da biomassa pode ser considerada renovável quando o seu manejo é feito corretamente, desde o momento de seu plantio e cuidados com o solo até a utilização dos seus substratos residuais na produção de energia. O processo de obtenção de energia por meio da biomassa é um fator benéfico no tocante à redução de emissão de  $CO_2$  na atmosfera (Gonzalez, 2014).

Entretanto, quando as cinzas residuais originadas pela queima da biomassa apresentam destinação final inadequada, temos um impacto negativo no ambiente. Em alguns países, como no Brasil, por exemplo, os resíduos de biomassa gerados nas atividades agroindustriais ainda são subutilizados, normalmente deixados para decomposição natural ou são queimados, sem aproveitamento da energia contida neles, gerando passivos ambientais. Assim, o resultado do mal uso pode ser destruição da fauna e da flora com extinção de certas espécies, contaminação do solo e de mananciais de água por uso de adubos e outros meios de defesa manejados inadequadamente. Diante disso, o respeito à biodiversidade e a preocupação ambiental devem ser primordiais diante de qualquer intento de utilização de biomassa (De Moraes, Massola, Saccoccio, Da Silva & Guimarães, 2017).

O coeficiente da variável área reflorestada ( $Reforestedarea_{it}$ ) demonstrou-se positivo e estatisticamente significativo ao nível de 1%, indicando que um aumento de 1% na quantidade de área reflorestada provoca um aumento de 0.87% no valor agregado da agricultura nos países analisados. De acordo com Leite (2013), na prática silvícola o uso da madeira de reflorestamento é potencial alternativa de disponibilização de madeira de qualidade, adequada aos requisitos tecnológicos dos produtos de maior valor agregado, sem colocar em risco a extinção das espécies nativas. Meyfroidt, Rudel e Lambin (2010) afirmam que as políticas internacionais

voltadas à redução do desmatamento global devem integrar o comércio internacional de commodities agrícolas e florestais, valorizando mais os produtos vindos de países que adotam sistemas de reflorestamento e sustentabilidade. Lee (2017) aponta que o esforço de reflorestamento reduzirá as mudanças climáticas, preservará o ambiente e provocará a criação de novos empregos, além de aumentar o valor agregado do produto agrícola e silvícola dos países.

## CONCLUSÕES

Este estudo buscou analisar como a agricultura orgânica afeta o valor agregado da agricultura. Para isso, estimou-se um modelo econométrico de dados em painel dinâmico, utilizando dados de 1995 a 2018.

Os resultados demonstraram que práticas associadas à agricultura orgânica, como uso de adubação com esterco, aproveitamento de resíduos agrícolas e práticas de reflorestamento, causam impactos positivos e significativos no valor agregado dos produtos agrícolas, enquanto práticas relacionadas ao uso de ações não sustentáveis, como fatores relacionados a emissões de gases causadores do efeito estufa, impactam negativamente e significativamente no valor agregado dos produtos. Foi possível verificar, também, que algumas práticas da agricultura convencional, como uso de fertilizantes e pesticidas, apesar de apresentar um impacto positivo no valor agregado do produto agrícola, este foi significativamente inferior ao uso de práticas orgânicas.

Dessa forma, a adoção de práticas orgânicas na agricultura tem apresentado crescimento nos últimos anos, principalmente pela agricultura familiar. Além disso, o comportamento do consumidor mudou, e hoje, acima do preço pago, está a preocupação com a alimentação saudável e a preservação ambiental, principalmente em países desenvolvidos. No entanto, a agricultura orgânica encontra-se em processo de desenvolvimento e possui muitos desafios, principalmente no que concerne à adaptação das propriedades às exigências técnicas internacionais de certificação do produto orgânico e ao escoamento da produção.

Sendo assim, é necessária a criação de políticas voltadas a auxiliar os produtores rurais nessa transição entre agricultura convencional e agricultura orgânica, voltadas à adaptação às exigências e padrões do consumidor orgânico e ao atendimento da demanda tanto interna quanto externa, fomentando uma cultura mundial orgânica. E ainda, é importante o fornecimento de uma assistência técnica capacitada, qualificada e que traga informações e inovação aos produtores, para que

estes possam cada vez mais aumentar a sua produtividade e qualidade, aumentando a rentabilidade destes, sem deixar de utilizar a prática orgânica, motivando os produtores a continuar ou a aderir a essa cultura.

Por fim, diante das limitações do método utilizado neste estudo, como a limitação de dados para compor o painel, o caráter estático do modelo e a falta de variáveis que possam captar aspectos dinâmicos e que afetam o valor agregado da agricultura dos países analisados, sugere-se, para trabalhos futuros e aprofundamento desta análise, a ampliação do número de variáveis, incluindo, por exemplo, variáveis relacionadas a desmatamento, contaminação do solo, áreas degradadas e eficiência de políticas ambientais de governo, além da utilização de métodos que possam captar fatores dinâmicos e a ampliação do número de países analisados.

## REFERÊNCIAS

- Akhter, N., & Ghani, E. (2010). Regional integration in South Asia: An analysis of trade flows using the gravity model. *The Pakistan Development Review*, 49(2), 105-118. doi: <https://doi.org/10.30541/v49i2pp.105-118>
- Altieri, M., & Nicholls, C. (2018). *Biodiversity and pest management in agroecosystems* (2nd ed.). Boca Raton, FL: CRC Press.
- Azzolini, B., Forner, C., Gorczyca, J., Bernardi, E., & Silveira, E. (2007). Diferença no preço de produtos convencionais e orgânicos e o perfil socioeconômico do consumidor de orgânico. *Synergismus Scientifica UTFPR*, 02(1, 2, 3, 4).
- Baltagi, B. H. (2021). *Econometric analysis of panel data* (6th ed.). Cham, Switzerland: Springer Nature Switzerland AG.
- Brancher, P. C. (2011). As faces da certificação de produtos orgânicos no Brasil: O caso do mercado da Região Metropolitana de Curitiba – PR. *Trabalho apresentado no 42º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração Rural*. Cuiabá: UFMT/SOBER.
- Breusch, T. S., & Pagan, A. R. (1980). The Lagrange multiplier test and its applications to model specification in econometrics. *The Review of economic studies*, 47(1), 239-253.
- Cachero-Martínez, S. (2020). Consumer behaviour towards organic products: the moderating role of environmental concern. *Journal of Risk and Financial Management*, 13(12), 1-13.
- Câmara dos Deputados. (2021). *Inpe confirma aumento de quase 200% em queimadas no Pantanal entre 2019 e 2020*. Consultado em 06/2021 e disponível em <https://www.camara.leg.br/noticias/696913-inpe-confirma-aumento-de-quase-200-em-queimadas-no-pantanal-entre-2019-e-2020/>

- Capeche, C. L. (2012). Impactos das queimadas na qualidade do solo-degradação ambiental e manejo e conservação do solo e água. *Trabalho apresentado no II Encontro Científico do Parque Estadual dos Três Picos*. Instituto Estadual do Ambiente, Cachoeiras de Macacu, Rio de Janeiro. Disponível em <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/956695/1/IIEncontroCientifico.pdf>
- Carbon Brief. (2020). *Explainer: How climate change is affecting wildfires around the world*. Consultado em 06/2021 e disponível em <https://www.carbonbrief.org/explainer-how-climate-change-is-affecting-wildfires-around-the-world>.
- Chow, G. C. (1960). Tests of equality between sets of coefficients in two linear regressions. *Econometrica*, 28(3), 591-605. <https://doi.org/1910133>
- De Gregori, T. R. (2008). *Origins of the organic agriculture debate*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons.
- De Moraes, S. L., Massola, C. P., Saccoccio, E. M., da Silva, D. P., & Guimarães, Y. B. T. (2017). Cenário brasileiro da geração e uso de biomassa adensada. *Revista IPT: Tecnologia e Inovação*, 1(4), 58-73.
- Delate, K. Duffy, M., Chase, C., Holste, A., Friedrich, H., & Wantate, N. (2003). An economic comparison of organic and conventional grain crops in a long-term agroecological research (LTAR) site in Iowa. *American journal of alternative agriculture*, 18(2), 59-69.
- Drinkwater, L. E., Wagoner, P., & Sarrantonio, M. (1998). Legume-based cropping systems have reduced carbon and nitrogen losses. *Nature*, 396(6708), 262-265.
- Edwards-Jones, G., & Howells, O. (2001). The origin and hazard of inputs to crop protection in organic farming systems: are they sustainable? *Agricultural systems*, 67(1), 31-47.
- Elliot, S. L., & Mumford, J. D. (2002). Organic, integrated and conventional apple production: why not consider the middle ground? *Crop protection*, 21(5), 427-429.
- Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. (2021). *Low carbon agriculture*. Consultado em 06/2021 e disponível em <https://www.embrapa.br/en/tema-agricultura-de-baixo-carbono/perguntas-e-respostas>
- Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. (2021). *Study finds that 30% of world soils are degraded*. Consultado em 06/2021 e disponível em <https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/14343883/estudo-revela-que-30-dos-solos-do-mundo-estao-degradados>
- FiBL Statistics - Research Institute of Organic Agriculture. (2021). Data. Consultado em 06/2021 e disponível em [https://statistics.fibl.org/world/key-indicators.html?tx\\_statisticdata\\_pi1%5Bcontroller%5D=Element2Item&cHash=ba0aa70d46b2bb18dca4638c75aa654e](https://statistics.fibl.org/world/key-indicators.html?tx_statisticdata_pi1%5Bcontroller%5D=Element2Item&cHash=ba0aa70d46b2bb18dca4638c75aa654e)

- Food and Agriculture Organization of the United Nations - Faostat. (2004). *The Scope of Organic Agriculture, Sustainable Forest Management and Ecoforestry in Protected Area Management*. Consultado em 06/2021 e disponível em <https://www.fao.org/3/y5558e/y5558e00.htm>.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations - Faostat. (2015). *Status of the World's Soil Resources*. Consultado em 06/2021 e disponível em <https://www.fao.org/3/i5199e/i5199e.pdf>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations - Faostat. (2021). *Data*. Consultado em 06/2021 e disponível em <http://www.fao.org/faostat/en/>
- Finatto, J., Altmayer, T., Martini, M. C., Rodrigues, M., Basso, V., & Hoehne, L. (2013). A importância da utilização da adubação orgânica na agricultura. *Revista destaques acadêmicos*, 5(4), 85-93.
- Gaspari, L. C. D., & Khatounian, C. A. (2016). Características das famílias, estruturação da produção e estratégias de comercialização em um assentamento de reforma agrária. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 54(2), 243-260. <https://doi.org/10.1590/1234.56781806-947900540203>
- Gliessman, S. R. (2007). *Agroecology: Ecological Processes in Sustainable Agriculture* (2a ed.). Boca Raton, FL: CRC Press.
- Gold, M. V., & Gates J. P. (2007). *Tracing the evolution of organic/sustainable agriculture: A selected and annotated bibliography*. Consultado em 06/2021 e disponível em <http://www.nal.usda.gov/afsic/pubs/tracing/tracing.shtml>.
- Gomiero, T., Pimentel, D., & Paoletti, M. G. (2011). Environmental impact of different agricultural management practices: conventional vs. organic agriculture. *Critical reviews in plant sciences*, 30(1-2), 95-124.
- Gonzalez, A. D. (2014). *Caracterização e análise comparativa de cinzas provenientes da queima de biomassa*. [Tese de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas]. São Paulo: UNICAMP.
- Greenaway, D. (2000), Multilateralism, Minilateralism and Trade Expansion. In D. Das (Ed.) *Asian Exports*. Oxford: Oxford University Press.
- Greene, W. H. (2008). *Econometric analysis*. (6th ed.). New Jersey: Prentice Hall.
- Hausman, J. A. (1978). Specification tests in econometrics. *Econometrica*, 46(6), 1251-1271.
- Hirantha, S. W. (2004). From SAPTA to SAFTA: Gravity analysis of South Asian free trade. *European Trade Study Group (ETSG)*. Disponível em <https://www.etsg.org/ETSG2004/Papers/hirantha.pdf>
- International Movement of Organic Agriculture Movements - IFOAM. (2010). *Definition of Organic Agriculture*. Consultado em 06/2021 e disponível em <http://www.ifoam.org/growingorganic/definitions/doa/index.html>.

- Janssen, M., & Hamm, U. (2012). Product labelling in the market for organic food: Consumer preferences and willingness-to-pay for different organic certification logos. *Food quality and preference*, 25(1), 9-22.
- Kirchmann, H., & Thorvaldsson, G. (2000). Challenging targets for future agriculture. *European Journal of Agronomy*, 12(3-4), 145-161.
- Koepf, H. H. (1976). *Biodynamic Agriculture: An Introduction*. Spring Valley, New York: The Anthroposofic Press.
- Kristiansen, P., Taji, A. & Reganold, J. P. (Eds.) (2006). *Organic agriculture: a global perspective*. Clayton, Australia: CSIRO publishing.
- Lampkin, N. (2002). *Organic Farming*. (Rev. ed.). Suffolk, UK: Old Pond Publishing.
- Lee, T. L. (2017). Conservation and Economic Generation of Indigenous Community in Integrated Tropical Fruits Reforestation. *Terengganu International Finance and Economics Journal*, 2(1), 46-55.
- Leite, M. K. (2013). Caracterização tecnológica da madeira de *Corymbia maculata*, *Eucalyptus cloeziana* e *E. resinifera* para a aplicação no design de Produtos de Maior Valor Agregado (PMVA). [Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo]. doi: 10.11606/T.11.2013.tde-30012014-113252
- Lima, S. K., Galiza, M., Valadares, A. A. & Alves, F. (2020). *Produção e consumo de produtos orgânicos no mundo e no Brasil*. (Texto para discussão No. 2538). Rio de Janeiro: IPEA.
- Lombardi, M. F. S., Moori, R. G. & Sato, G. S. (2003). Estudo de mercado para produtos orgânicos através de análise fatorial. Trabalho apresentado no XLI Congresso Brasileiro da SOBER Instituto de Economia Agrícola, Juiz de Fora, MG. Disponível em <http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=803>
- Lotter, D. W. (2003). Organic agriculture. *Journal of sustainable agriculture*, 21(4), 59-128.
- Meyfroidt, P., Rudel, T. K., & Lambin, E. F. (2010). Forest transitions, trade, and the global displacement of land use. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(49), 20917-20922.
- Moraes, M. D., & de Oliveira, N. A. M. (2017). Produção orgânica e agricultura familiar: obstáculos e oportunidades. *Desenvolvimento Socioeconômico em Debate*, 3(1), 19-37.
- Neves, M. C. P. (2004). Agricultura orgânica-uma estratégia para o desenvolvimento de sistemas agrícolas sustentáveis. Seropédica, RJ: EDUR.
- Noblet, C. L., & Teisl, M. F. (2015). Eco-labelling as sustainable consumption policy. In L. A. Reisch & J. Thøgersen *Handbook of research on sustainable consumption* (Part 6, Cap. 19, pp. 300-312,) Cheltenham: Edward Elgar Publishing. DOI: <https://doi.org/10.4337/9781783471270.00031>

- Nobre, C. A. (2018). Mudanças climáticas e o Brasil–Contextualização. *Parcerias estratégicas*, 13(27), 7-18.
- Penteado, S. R. (2001). Agricultura orgânica. Piracicaba: ESALQ-Divisão de Biblioteca e Documentação.
- Pereira, A. M. O. (2017). *Análise dos custos do adubo químico e orgânico na produção de alface (Lactuca sativa L.) no Distrito Federal*. [Monografia Bacharelado em Gestão de Agronegócios]. Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília, Distrito Federal.
- Pimentel, D., & Patzek, T. W. (2005). Ethanol production using corn, switchgrass, and wood; biodiesel production using soybean and sunflower. *Natural resources research*, 14(1), 65-76.
- Pintor, G. M. Z. D. (2020). Expansão da agricultura orgânica e os desafios enfrentados por produtores brasileiros na produção e exportação de orgânicos.
- Reganold, J. P., Glover, J. D., Andrews, P. K., & Hinman, H. R. (2001). Sustainability of three apple production systems. *Nature*, 410(6831), 926-930.
- Reganold, J. P., & Wachter, J. M. (2016). Organic agriculture in the twenty-first century. *Nature plants*, 2(2), 1-8.
- Resende, S. A., & Júnior, J. C. R. (2011). Cultivo orgânico: origem, evolução e importância socioeconômica e ambiental. *Enciclopédia Biosfera*, 7(13). Disponível em <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2011b/ciencias%20ambientais/cultivo%20organico.pdf>
- Rigby, D., & Cáceres, D. (2001). Organic farming and the sustainability of agricultural systems. *Agricultural systems*, 68(1), 21-40.
- Rosa, M. F. Souza Filho, M. S. M., Figueiredo, M. C. B., Morais, J. P. S., Santaella, S. T., & Leitão, R. C. (2011). Valorização de resíduos da agroindústria. *Trabalho apresentado no II Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos Agropecuários e Agroindustriais. Sociedade Brasileira dos Especialistas em Resíduos das Produções Agropecuária e Agroindústria, Foz do Iguaçu, PR*. Disponível em <http://www.sbera.org.br/2sigera/obras/p12.pdf>
- Sambuichi, R. H. R., Oliveira, M. A. C., Silva, A. P. M., & Luedemann, G. (2012). *A sustentabilidade ambiental da agropecuária brasileira: impactos, políticas públicas e desafios* (Texto para Discussão No.1782). Brasília: IPEA.
- Śmiglak-Krajewska, M., & Wojciechowska-Solis, J. (2021). Consumer versus organic products in the COVID-19 pandemic: Opportunities and barriers to market development. *Energies*, 14(17), 5566. <https://doi.org/10.3390/en14175566>
- Sirieix, L., Kledal, P. R., & Sulitang, T. (2011). Organic food consumers' trade-offs between local or imported, conventional or organic products: a qualitative study in Shanghai. *International Journal of Consumer Studies*, 35(6), 670-678.

- Tilman, D., Cassman, K. G., Matson, P. A., Naylor, R., & Polasky, S. (2002). Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*, 418(6898), 671-677.
- Trewavas, A. (2001). Urban myths of organic farming. *Nature*, 410(6827), 409-410.
- Trewavas, A. (2004). A critical assessment of organic farming-and-food assertions with particular respect to the UK and the potential environmental benefits of no-till agriculture. *Crop protection*, 23(9), 757-781.
- Vermeir, I., & Verbeke, W. (2006). Sustainable food consumption: Exploring the consumer “attitude-behavioral intention” gap. *Journal of Agricultural and Environmental ethics*, 19(2), 169-194.
- Wooldridge, J. M. (2016). *Introdução a Econometria: uma abordagem moderna*. São Paulo: Cengage Learning.
- Wu, J., & Sardo, V. (2010). Sustainable versus organic agriculture. In E. Lichtfouse (Ed.). *Sociology, organic farming, climate change and soil science* (pp. 41-76). Dordrecht: Springer.

© 2024 por los autores; licencia no exclusiva otorgada a la revista Estudios económicos. Este artículo es de acceso abierto y distribuido bajo los términos y condiciones de una licencia Atribución-No Comercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0) de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>