

# Impacto da mudança na fiscalização de embalagens de madeira sobre as maiores empresas importadoras via Aeroporto de Viracopos

## *Impact of the change in the inspection of wooden packaging on the largest importing companies through Viracopos Airport*

Fábio Souza Aranha<sup>1</sup> , Sílvia Helena Galvão de Miranda<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq), Universidade de São Paulo (USP), Piracicaba (SP), Brasil. E-mails: fabio.souza.aranha@gmail.com; shgdmira@usp.br

**Como citar:** Aranha, F. S., & Miranda, S. H. G. (2025). Impacto da mudança na fiscalização de embalagens de madeira sobre as maiores empresas importadoras via Aeroporto de Viracopos. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 63, e274463. <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2025.274463>

**Resumo:** Em 2016, iniciou-se o projeto piloto de um sistema de fiscalização reduzida das importações acondicionadas em Material de Embalagens de Madeira Regulamentado (MEMR), no aeroporto de Viracopos. Esse projeto previa que as 50 empresas com maior volume importado estariam aptas a ter suas importações fiscalizadas, pelo serviço de Vigilância Agropecuária Internacional, por amostragem e desde que apresentassem taxa de não conformidade das MEMR inferiores a 3%. Este trabalho investiga se tal projeto impactou as importações de cargas em MEMR não conformes, entre 2016 e 2018. O tema é relevante tanto pelo risco de introdução de pragas exóticas no País via importação de MEMR, razão pela qual estão sujeitos à inspeção nos aeroportos, quanto pelos custos econômicos relacionados à inspeção. Estimaram-se modelos com dados em painel, pelo método diferenças-em-diferenças. Foram construídos índices para caracterizar a origem dos voos e o perfil das empresas, como também introduzidos nos modelos para verificar se tais características afetam a probabilidade de não conformidade das suas embalagens de madeira aos regulamentos fitossanitários. Resultados apontam que não houve impacto significativo com a introdução do sistema de fiscalização reduzida nesse período, tampouco sobre a probabilidade de as empresas importadoras atenderem ao limite de não conformidade inferior a 3%.

**Palavras-chave:** Vigiagro, pragas, canal verde, fiscalização reduzida, diferenças em diferenças.

**Abstract:** In 2016, a pilot project was launched at Viracopos Airport aiming at implementing a reduced inspection system for imports packaged in Regulated Wood Packaging Material (WPM). Under this system, the 50 companies with the highest import volume were eligible for sampling-based inspections by the International Agricultural Surveillance Service provided their non-compliance rate for WPM was below 3%. This study investigates whether the introduction of the Project affected the volume of non-compliant WPM shipments between 2016 and 2018. The significance of this issue lies in the potential risk of introducing exotic pests into the country through WPM imports, which is why they are subject to inspection at airports, as well as the economic costs associated with such inspections. Using panel data and a differences-in-differences approach, models were estimated to analyse the impact. Additional indices characterizing the origin of flights and the companies' profiles were incorporated into the analysis to assess their relevance in determining the likelihood of non-compliance with WPM regulations. The results show that the reduced inspection system did not significantly impact the volume of non-compliant shipments during the study period, nor did it affect the likelihood of companies meeting the non-compliance threshold of less than 3%.

**Keywords:** Vigiagro, pests, green channel, reduced inspection, differences-in-differences.

## 1. Introdução

A entrada de pragas via comércio exterior é um problema fitossanitário com potencial de causar significativos prejuízos econômicos ao país importador. Dentre os mecanismos para a entrada dessas pragas, destaca-se o seu transporte via embalagens de madeira que são utilizadas para acondicionar os produtos transacionados. Gazzoni (2018) chegou a estimativas



de prejuízos anuais, por perda de produção e aumento nos custos de controle de pragas introduzidas via comércio, que variam entre US\$ 454 bilhões e US\$ 500 bilhões.

Os prejuízos causados pela transmissão de pragas e doenças via comércio levaram à publicação, em 2002, da Norma Internacional de Medidas Fitossanitárias nº 15 (NIMF-15), pela Convenção Internacional de Proteção dos Vegetais (CIPV) (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2002). A NIMF-15 estabeleceu diretrizes para o tratamento das embalagens de madeira, regras para o reaproveitamento e reparo do Material de Embalagens de Madeira Regulamentado (MEMR) e, ainda, regras para identificar o tratamento do material (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2002). Dois tratamentos foram prescritos pela NIMF-15 para a embalagem de madeira, sendo eles: o tratamento térmico e a fumigação. Essa norma também estipula o padrão de informações referentes à realização do tratamento da madeira, que devem ficar dispostas no MEMR. As embalagens devem ser devidamente carimbadas após o tratamento e o carimbo deve conter: Código ISO de dois dígitos do país em que o tratamento foi realizado, código para a identificação do órgão que realizou o tratamento e código do tratamento. Tais informações devem estar visíveis e legíveis nas embalagens para que a fiscalização possa ser efetiva.

No Brasil, o Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) é o responsável pela prevenção e contenção da introdução de pragas e doenças via comércio. A fiscalização nos pontos de entrada do País está sob responsabilidade da Vigilância Agropecuária Internacional (Vigiagro), serviço vinculado à Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA) do MAPA. Assim, cabe ao Vigiagro impedir a introdução e disseminação de pragas e agentes etiológicos de doenças que possam gerar danos à agropecuária nacional, de modo a garantir a qualidade dos produtos e insumos agropecuários transacionados no exterior, conforme a Instrução normativa da SDA de 27 de novembro de 2017 (Brasil, 2017).

Entretanto, há custos, tanto para as empresas importadoras quanto para os órgãos de fiscalização, quando as embalagens de madeira que acondicionam os produtos comercializados registram não conformidades com requisitos estabelecidos pelos órgãos reguladores. Para a iniciativa privada, há custos diretos e indiretos. Os diretos decorrem da necessidade de troca dessas embalagens; e os indiretos, dos custos de oportunidade das cargas que permanecem mais tempo na área alfandegada para sua inspeção e liberação. Para o setor público, alocam-se Auditores Fiscais Federais da Agricultura (AFFAs), recursos físicos (áreas de fumigação) e outros decorrentes da inspeção e manutenção das cargas por mais tempo nas áreas de vigilância e de tratamento das cargas e de suas embalagens.

A fim de reduzir os custos da fiscalização e otimizar a alocação, principalmente dos recursos humanos, a unidade do Vigiagro do Aeroporto Internacional de Viracopos, em parceria

com Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea/Universidade de São Paulo), estabeleceram um projeto piloto para introduzir um sistema de fiscalização reduzida para o MEMR importado. O projeto definiu uma lista de empresas, com alto volume de importação e histórico de baixas taxas de não conformidade dos MEMRs, cujas importações passaram a ser inspecionadas via amostragem. Esse procedimento foi denominado de canal verde da madeira.

O teste de efetividade do sistema de fiscalização reduzida da madeira proposto no projeto teve início em meados de dezembro de 2016. De acordo com Adami et al. (2021), a escolha das empresas integrantes do sistema de fiscalização reduzida do aeroporto em análise obedeceu a dois critérios: Pertencer ao conjunto de empresas com alto volume de importações acondicionadas em MEMR e a taxa anual de não conformidades dessas MEMR ser inferior a 3%<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> O MEMR fiscalizado é condenado caso apresente: presença de pragas, resquícios de casca na embalagem de madeira, galeria ativa, ausência de carimbo que comprove o tratamento do MEMR como prescrito pela NIMF-15 ou marca da inspeção não conforme com os parâmetros descritos nessa Norma.

A fim de facilitar o controle sobre as empresas candidatas ao canal verde, o primeiro critério traduziu-se em uma lista de 50 empresas (“Top 50”). A lista “Top 50” foi criada com base nas empresas com 2.000 ou mais MEMR importados e internalizados no aeroporto nos períodos de 2014, janeiro a agosto de 2015 e janeiro a novembro de 2016 (Aranha, 2021). Desse modo, apenas as empresas pertencentes à lista designada “Top 50” foram elegíveis ao sistema de fiscalização reduzida. Dentre as “Top 50”, somente as empresas com taxa de não conformidade dos MEMR inferior a 3% foram incluídas no sistema de checagem reduzida ou canal verde da madeira. Esse sistema de fiscalização reduzida prevê a reavaliação anual da elegibilidade das empresas, promovendo sua exclusão e/ou a entrada de novas empresas conforme os dois critérios explicados - volume das cargas em MEMR e taxa de não conformidade das embalagens.

Uma vez que o sistema de amostragem reduz os custos de importação diretos e indiretos para as empresas importadoras, espera-se que a introdução do sistema de checagem reduzida estimule essas empresas a trabalharem para reduzir o número de embalagens não conformes. A redução das taxas de não conformidade pode ser alcançada com uma seleção mais criteriosa, por parte dos importadores, dos seus fornecedores de embalagens e suportes, ou seja, dos MEMR.

Conforme revisão de literatura, a empresa importadora é uma das variáveis consideradas nas análises de risco quando se trata da fiscalização no trânsito internacional de produtos. Portanto, no caso da madeira usada nas embalagens e suportes das cargas comercializadas, é igualmente relevante o comportamento do agente responsável pelo acondicionamento, tanto em relação à garantia da qualidade fitossanitária dessa madeira quanto do cumprimento das especificações e procedimentos definidos pelas normas e regulamentos. Medidas voltadas a diminuir as não conformidades em produtos importados, além dos benefícios aos produtores, tendem a reduzir o nível de transmissão de pragas e doenças que ocorre via comércio (Ameden et al., 2007; Fernandez & Sheriff, 2013; Springborn et al., 2016). Springborn et al. (2016) relatam que é possível reduzir em 20% as importações de produtos com não conformidades fitossanitárias, a partir de modalidades de fiscalização baseadas na categorização dos exportadores, conforme o risco que seus produtos apresentam.

É nesse contexto que ao se analisar a mudança na estratégia de fiscalização dos MEMR no aeroporto de Viracopos, promovida ao se criar o chamado canal Verde, percebe-se que este permitiu às empresas eleitas ao sistema reduzirem o tempo da fiscalização fitossanitária de suas cargas. Desse modo, espera-se que tal sistema incentive as empresas importadoras a melhorarem sua gestão de risco quanto à escolha do fornecedor dessas embalagens de madeira. Ou seja, que as empresas busquem fornecedores comprometidos com as normas e regulamentos fitossanitários pertinentes, conforme os países de destino dessas cargas.

Adicionalmente, o uso de uma amostragem baseada em critérios estatísticos, sob o escopo de uma análise de risco tendo em vista o objetivo da defesa agropecuária de prevenir a introdução de pragas e doenças, também permite, concomitantemente, uma melhor gestão dos recursos do Vigiaagro/MAPA, inclusive no que se refere ao pessoal alocado para as inspeções. Igualmente, para o setor privado, a otimização nas etapas para liberação das cargas importadas, com base em instrumentos de gestão de risco, representa uma oportunidade de reduzir custos. A questão burocrática e dos processos que interferem na liberação de cargas importadas nos pontos de entrada internacional nos países é um dos temas relevantes dentro da chamada facilitação de comércio, negociada no âmbito da Organização Mundial do Comércio (OMC)<sup>2</sup>.

Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o impacto da implantação do sistema de checagem reduzida sobre as taxas de não conformidade das importações acondicionadas

<sup>2</sup> “O Acordo sobre Facilitação de Comércio da Organização Mundial do Comércio – OMC entrou em vigor em 22 fevereiro de 2017... “simplifica a burocracia e agiliza os procedimentos para o comércio internacional de bens...” (Brasil, 2023).

em MEMR, no Aeroporto Internacional de Viracopos, em Campinas, no estado de São Paulo. Ou seja, investiga-se se a introdução do sistema de checagem reduzida impactou o volume de cargas importadas pelas empresas com embalagens ou suportes de madeira não conformes aos regulamentos fitossanitários, no período entre 2016 e 2018. Para tanto, propôs-se responder à seguinte questão: Ser uma empresa elegível ao sistema de fiscalização reduzida alterou o volume de embalagens e suportes de madeira não conformes dessas empresas? Ser uma empresa elegível significa pertencer à lista das 50 empresas com maior volume de importação pelo Aeroporto de Viracopos ("Top 50") e com taxas de não conformidade das MEMRs abaixo de 3%.

Para tanto, utilizou-se a metodologia diferenças-em-diferenças, estimando-se os modelos com dados em painel de efeitos fixos, discriminados de acordo com as empresas (CNPJ), referentes aos anos de 2016 a 2018. Foram analisados modelos com duas variáveis dependentes distintas: o primeiro modelo com a variável número de Pallets de Carga a Granel (PCG) com não conformidades; o segundo modelo, adotando como variável dependente os dados das empresas cujas taxas históricas de não conformidade situam-se pouco acima dos 3%, de modo que para se adequarem ao critério de entrada no sistema de fiscalização reduzida são necessárias pequenas alterações no volume de MEMR não conformes. Neste segundo caso, verifica-se se houve alterações na probabilidade de as empresas não atenderem ao critério da taxa de não conformidade máxima.

Este artigo busca contribuir para a literatura que trata dos temas relacionados à gestão do risco fitossanitário, aqui compreendendo tanto elementos relativos à política pública, tal como a definição dos critérios que determinam as inspeções fitossanitárias de cargas importadas acondicionadas em madeira, quanto fatores que afetam as decisões dos importadores no que se refere à sua gestão da cadeia de suprimentos. Neste caso, o quanto um sistema de checagem reduzida na inspeção das cargas importadas, e que permite redução de tempo e de custos para as empresas, poderia levá-las a mudanças nas estratégias em sua cadeia de suprimento. O desafio metodológico é grande, de modo que este artigo pretende também uma contribuição metodológica que permita desdobramentos em outros futuros estudos.

Além desta introdução, o presente artigo compreende outras cinco seções. A próxima apresenta resumidamente alguns trabalhos sobre a questão do risco fitossanitário na importação de madeira e de estratégias de gestão desse risco nos serviços da vigilância fitossanitária em portos e aeroportos; e aborda, ainda, a importância do tempo para a competitividade nas transações comerciais, avançando no tema da facilitação de comércio. A terceira seção explica a metodologia adotada; a quarta seção discute os resultados dos índices de importação e dos modelos estimados incluindo tais índices. A última parte sintetiza considerações finais sobre o tema.

## 2. Fundamentação Teórica

A fiscalização fitossanitária de mercadorias transacionadas internacionalmente gera custos aos importadores e aos órgãos fiscalizadores (Furlan & Pinto, 2015). A fiscalização fitossanitária também é conduzida sobre as embalagens e suportes de madeira que condicionam não somente os produtos de origem agropecuária, mas todos os produtos industriais. Essa madeira pode hospedar pragas, representando uma considerável ameaça à sanidade vegetal (Eyre & Haack, 2017; Haack & Petrice, 2009; Mumford, 2002; Stanaway et al., 2001). Dentre as mercadorias de origem florestal, a madeira não processada é um veículo propício para a introdução de várias espécies de besouros de casca e brocas de madeira (Iede et al., 2000).

A introdução de pragas pode trazer prejuízos biológicos e econômicos para as regiões afetadas. As pragas invasoras podem impactar as práticas de manejo florestal, bem como

afetar a fauna nativa, o desmatamento e a produtividade agropecuária. Ademais, é comum que as pragas introduzidas não possuam predadores naturais na nova região, desregulando o ecossistema em que foram introduzidas (Wallner, 1996).

Tratando-se de pragas florestais esses riscos são potencializados, pois além dessas pragas serem veiculadas em materiais de propagação e em madeiras em toras e serradas, elas são transportadas, principalmente, em madeiras de embalagens e suportes das mercadorias, que normalmente são de baixa qualidade. Para Iede (2005), devido ao grande volume, essas embalagens são difíceis de serem vistoriadas pelos serviços de inspeção quarentenários.

Desse modo, a transmissão de pragas constitui um problema global associado à transação de mercadorias entre as nações. Nos Estados Unidos, entre 1985 e 2008, os seguintes países de origem registraram o maior número de cargas com problemas fitossanitários: China, Itália, México, Turquia e Espanha (Eyre & Haack, 2017; Haack, 2006; Haack et al., 2014). Outro trabalho encontrado na literatura que evidencia os riscos associados à origem da carga é o de Eyre et al. (2018). Segundo os autores, em 2013, estabeleceu-se que toda importação de produtos minerais ou derivados de minerais, importados da China, deveriam ser submetidas a fiscalização, em todos os países da União Europeia.

Além da origem da importação, a natureza do produto importado está associada a não conformidade nas importações. Segundo Eyre & Haack (2017) os MEMR usados para acondicionar ou apoiar produtos grandes e pesados costumam ser feitos de madeiras de qualidade inferior e submetidos a tratamentos de baixa qualidade em comparação às embalagens de madeira que acondicionam os produtos destinados ao consumidor final.

Nesse aspecto, o setor de destino do bem importado também figura como um fator determinante à conformidade do MEMR. Segundo Eyre et al. (2018), os produtos derivados do setor extrativo mineral reportam taxas de não conformidade superiores às dos demais setores. Já Caton et al. (2006), analisando as importações no Aeroporto Internacional de Miami, em 1998 e 1999, argumentam que há diferenças significativas das taxas de não conformidade em cargas contendo plantas e roupas.

Diante da importância econômica das espécies florestais mais plantadas no Brasil, *Pinus* sp. e *Eucalyptus* sp., que juntas correspondem a 92,8% da área nacional ocupada com florestas plantadas (Batista, 2014), existe a necessidade constante de se elaborar análises de risco de pragas e de reforçar as medidas fitossanitárias para prevenir e/ou retardar a introdução de pragas florestais. O ingresso e o estabelecimento de algumas pragas representa significativo risco econômico para o setor florestal no Brasil. Algumas das pragas florestais importantes relatadas na literatura são: os besouros do gênero *Monochamus*, sendo algumas das suas espécies que atacam a madeira ausentes no país, mas consideradas uma séria ameaça para as florestas coníferas (Iede, 2005); os besouros do gênero *Dendroctonus*, que representam significativo risco ao plantio de *Pinus* e têm facilidade de entrada no Brasil (Mafra, 2013); e a *Lepidoptera Rhyacionia frustrana*, conhecida como traça-dos-brotos, considerado um inseto com potencial destrutivo, pois ataca cerca das 20 espécies de *Pinus* (Campos, 2013).

Nesse cenário, ferramentas capazes de manejar o risco de ingresso de pragas, com base nas características das cargas importadas, podem reduzir os custos associados à fiscalização (Monteferrante et al., 2018; Nascimento et al., 2023; Rocha, 2013). Como fatores associados à escolha das cargas a serem inspecionadas, a Norma Internacional de Medidas Fitossanitárias nº 23 (NIMF-23) (International Plant Protection Convention, 2006) propõe que a seleção dos produtos de origem vegetal ocorra com base nos seguintes fatores: Medidas de mitigação das pragas adotadas por parte do país exportador; tipo de *commodity* e o seu uso; local de produção; tamanho da carga; frequência, volume e duração do transporte; experiências prévias

com o exportador; qualidade da embalagem; recursos técnicos e financeiros do exportador e dos procedimentos de inspeção; histórico de não conformidade do exportador e dificuldade de se identificar irregularidade em uma carga.

Nascimento et al. (2023) realizaram uma revisão bibliográfica de atos normativos legais e infralegais, visando estimar o potencial de dispensa da inspeção federal sobre as MEMR, analisando dados de importações pelo Terminal de Cargas do Aeroporto Internacional de Goiânia. Os autores apontaram para um potencial de otimização nas inspeções das MEMR. De acordo com o estudo, cerca de 32% das Declarações Agropecuárias de Trânsito Internacional por importadores poderiam ser dispensadas de inspeção, com possibilidade de um percentual ainda maior em caso de implantação de um sistema de gerenciamento de risco nessa unidade.

Diante dos ganhos percebidos com a seleção de cargas a serem amostradas, autores como Rocha (2013) e Surkov (2007) propuseram o uso de métodos estatísticos para identificar os principais fatores associados ao risco fitossanitário nas importações e para a escolha das cargas a serem fiscalizadas. Já Chen et al. (2018) recomendam que se deve focar a fiscalização em embarcações de maior porte e com características relacionadas a maiores taxas de não conformidade de suas mercadorias.

Rocha (2013) analisou as embalagens de madeira dos produtos importados via Porto de Santos, no período de 2008 a 2012, e sugere que a seleção das cargas para inspeção ocorra por meio de predição a partir de um modelo de regressão logística, cuja variável dependente seja a não conformidade das importações. O autor usou como preditores a origem das cargas, o tipo de *commodity* e a empresa importadora. Com base em seus resultados, observou-se que 1.841,25 horas de serviços públicos seriam poupados com a adoção do modelo, assim como cerca de 1,84 milhão de reais economizados do orçamento destinado aos órgãos de fiscalização.

Vale enfatizar que o tempo é um fator dos mais relevantes para a competitividade internacional, assim como nos processos de modernização dos serviços de defesa agropecuária, inclusive de fiscalização. Ao poupar tempo nas atividades, adotando-se instrumentos de análise e gestão de risco que ainda permitam garantir os objetivos de proteção fitossanitária, os recursos públicos podem ser realocados para outras atividades. Para o setor privado, como ressaltam Harrigan & Venables (2006), a demora na liberação de mercadorias, além de acarretar a elevação de custos tais como os de armazenagem, pode comprometer a eficiência na gestão de estoques e de produção das empresas.

### 3. Metodologia

A hipótese central deste trabalho sugere que estar elegível ao sistema de fiscalização reduzida pode ter alterado as estratégias de seleção de fornecedores de MEMR e a gestão na logística desses materiais por parte dos importadores que realizam operações via Aeroporto Internacional de Viracopos, em Campinas, estado de São Paulo.

Entende-se que a introdução do sistema de amostragem reduzida gera incentivos suficientes à redução ou manutenção das taxas de não conformidade inferiores a 3%. Cabe mencionar que, antes de dezembro de 2016, 100% das MEMR movimentadas nesse aeroporto passavam pela inspeção do Vigiagro/Mapa e que as 50 empresas selecionadas para a lista "Top 50" respondiam, em 2016, por 64,5% de todas as cargas em MEMR no Aeroporto Internacional de Viracopos.

Dada a pressuposição de que ocorrerá uma variação na qualidade do MEMR importado, advinda da introdução de um choque exógeno sobre um determinado grupo de indivíduos, seu impacto pode ser retratado pelo efeito médio do tratamento sobre as empresas que

movimentam MEMR tratadas (ATET). Nessa situação, a introdução da lista “Top 50” configura o efeito do tratamento. Pode-se expressar este impacto pela expressão abaixo:

$$ATET = E(Y^1 - Y^0 | D=1) \quad (1)$$

Em que: *ATET* (*Average Treatment Effect on the Treated*) indica o efeito do tratamento;  $Y^1$  indica a variável de interesse com o tratamento;  $Y^0$  representa a variável de interesse sem o tratamento,  $D$  indica se o tratamento ocorreu ( $D=1$ ) ou não ( $D=0$ ) e  $E(.)$  denota o operador de esperança.

A Equação 1 ainda pode ser escrita como:

$$ATET = E(Y^1 | D=1) - E(Y^0 | D=1) \quad (2)$$

As Equações 1 e 2 indicam que o efeito do tratamento sobre os indivíduos tratados é estimado pelo valor esperado do indivíduo com tratamento, subtraído do valor esperado sem tratamento, dada a ocorrência do tratamento. Assim, nota-se que o segundo termo da equação não pode ser observado, uma vez que este representa o valor da variável na ausência do tratamento, após esta última ter sido impactada pelo tratamento. Entretanto, o *ATET* ainda pode ser expresso pela Equação 3, cuja derivação está disponível em Lechner (2010).

$$ATET = [E(Y_1 | D=1) - E(Y_0 | D=1)] - [E(Y_1 | D=0) - E(Y_0 | D=0)] \quad (3)$$

Em que:  $Y_1$  é o valor de  $Y$  no período 1 e  $Y_0$  se refere ao valor de  $Y$  no período 0, ou seja, anterior à ocorrência do tratamento.

A expressão (3) aponta que o efeito do tratamento sobre os indivíduos tratados equivale à diferença entre os períodos 0 e 1 do grupo que recebeu tratamento, subtraída da diferença entre os períodos 0 e 1 do grupo que sem tratamento. Nota-se que todos os elementos dessa expressão podem ser observados. Dessa forma, para se calcular (3), propõe-se a adoção do método de diferenças-em-diferenças. Tal método é amplamente usado em pesquisas cujo interesse é a avaliação do impacto de políticas públicas (Imbens & Wooldridge, 2009; Lechner, 2010; Wing et al., 2018).

De acordo com Lechner (2010), o procedimento descrito no método de diferenças-em-diferenças computa as diferenças entre as médias da variável resposta do grupo que foi exposto ao tratamento e as do grupo de controle (sem exposição ao tratamento), após a ocorrência do tratamento, e as subtrai das diferenças na variável de resposta entre os grupos antes do tratamento. Assim, para a estimação do método de diferenças-em-diferenças são necessários quatro conjuntos amostrais: i) Indivíduos que receberam o tratamento após o tratamento; ii) Indivíduos que receberam o tratamento antes do tratamento; iii) Indivíduos do grupo controle após tratamento; e iv) Indivíduos do grupo controle antes do tratamento.

No presente artigo, os dados compreendem todas as empresas que importaram pelo Aeroporto Internacional de Viracopos, de 2016 a 2018<sup>3</sup>, acondicionando suas cargas em MEMR. Uma vez que o sistema de fiscalização reduzida da madeira, chamado “canal verde” da madeira, foi introduzido em meados de dezembro de 2016, e que o critério para estar apto requer que

<sup>3</sup> Uma vez que a Instrução Normativa nº 32 (Brasil, 2015) alterou os procedimentos e critérios de verificação das cargas, os dados de inspeção dos períodos anteriores e posteriores à alteração não são comparáveis. A Instrução Normativa nº 32 do MAPA estabelece procedimentos de fiscalização e certificação fitossanitária de embalagens, suportes ou peças de madeira, em bruto, que serão utilizadas como material para confecção de embalagens e suportes, destinados ao acondicionamento de mercadorias importadas ou a exportar.

as empresas candidatas façam parte do grupo de 50 maiores importadores do aeroporto, entende-se que o conjunto de dados dispõe dos quatro conjuntos amostrais exigidos para a estimação dos parâmetros associados ao método de diferenças-em-diferenças.

### 3.1. Estratégia de Estimação

A especificação da regressão do método de diferenças-em-diferenças para dois períodos inclui variáveis *dummy* para: Tempo, Grupo de Controle e Grupo de Controle pós-Tratamento. A partir de três períodos, pode-se generalizar o método em um modelo de dados em painel com efeitos fixos, conforme detalhado em Imbens & Wooldridge (2009) e Wing et al. (2018).

Para mensurar o impacto da implantação da lista “Top 50” sobre a quantidade de MEMR não conformes, a seguinte especificação é estimada<sup>4</sup>:

$$Y_{it} = \alpha_i + \lambda_t + \delta T_{it} + X' \beta + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

Em que:  $Y_{it}$  refere-se a variável dependente;  $\alpha_i$  refere-se ao efeito fixo para o indivíduo  $i$ ;  $\lambda_t$  é o efeito fixo para o tempo  $t$  ( $t = 1, 2, 3$ );  $\delta$  indica o efeito do tratamento;  $T_{it}$  denota a *dummy* cujo valor é 1 caso o indivíduo  $i$  pertença ao grupo de tratamento (lista “Top 50”) no período  $t$  após tratamento; e 0, caso contrário;  $X'$  compreende o vetor de variáveis exógenas;  $\beta$  refere-se aos coeficientes das variáveis contidas em  $X'$  e  $\varepsilon_{it}$  denota o resíduo com as propriedades usuais.

Como variável dependente na Equação 4, adotou-se: A quantidade de Pallets de Carga a Granel (PCG) acondicionados em embalagens de madeira, nas quais foram constatadas não conformidades, da empresa  $i$  e no ano  $t$ ; variável *dummy* que assume valor 1 caso o indivíduo  $i$  tenha uma taxa de não conformidade superior a 3% no ano  $t$ ; e 0, caso contrário. A estimação da Equação 4 com a primeira variável denota o impacto da adoção da lista “Top 50” sobre a quantidade de MEMR não conforme importado em Viracopos.

Entretanto, o critério 3% de taxa de não conformidade do MEMR confere às empresas um estímulo para não zerarem suas importações com embalagens não conformes, mas sim para reduzi-las a fim de adequar-se ao critério. Nesse quesito, denota-se que sob duas condições o impacto introdução da lista “Top 50” pode ser inferior ao registrado para outras empresas: Em empresas cujas taxas históricas obedecem ao critério de 3%, uma vez que não são estimuladas a alterar seu perfil de importações; e em empresas com taxas históricas pouco acima dos 3%, que necessitam de pequenas alterações para atender ao referido critério. Logo, em um conjunto de dados formado por empresas com ambas as características, o impacto sobre a quantidade de MEMR não conformes não apresentaria grandes alterações. Para adequar-se a essa problemática, foram estimados modelos com a segunda variável dependente, caracterizados como modelos de probabilidade linear<sup>5</sup>.

Para ambas as variáveis dependentes, a Equação 4 equivale a um modelo com dados em painel, de efeitos fixos para os indivíduos  $i$  e tempo  $t$ . Por definição, as características invariantes no tempo são representadas pelos efeitos fixos<sup>6</sup>. Neste caso, as demais variáveis independentes

<sup>4</sup> A especificação da regressão do método de diferenças-em-diferenças para dois períodos inclui variáveis *dummy* para: Tempo, Grupo de Controle e Grupo de Controle pós-Tratamento. A partir de três períodos, pode-se generalizar o método em um modelo de dados em painel com efeitos fixos. Para mais detalhes, ver: Imbens & Wooldridge (2009) e Wing et al. (2018).

<sup>5</sup> Os modelos Logit e Probit são usualmente preferidos ao modelo de probabilidade linear, uma vez que não apresentam efeitos marginais constantes. Entretanto, em modelos não lineares, a interpretação do coeficiente da variável de tratamento não é trivial (Karaca-Mandic et al., 2012).

<sup>6</sup> Em um modelo de dados em painel com efeitos fixos, os fatores não variantes no tempo são representados pelos efeitos individuais de cada indivíduo, de forma que não é possível estimar os parâmetros dessas variáveis (Greene, 2003).

denotam as características das empresas que variam ao longo de tempo. Sendo assim, as seguintes variáveis foram utilizadas como exógenas: Número PCG importados pela empresa  $i$  no ano  $t$ ; e os índices de caracterização das importações.

Assim, o número de PCG importados tem como objetivo constituir uma *proxy* para o nível de atividade da empresa. Já os índices de caracterização das importações derivam da Análise Fatorial de Dados Mistos, e foram introduzidos como variáveis exógenas a fim de controlar os efeitos relacionados à origem das importações. Entende-se como origem das importações o aeroporto de saída da aeronave e não a origem das cargas movimentadas ou tampouco dos MEMR. Embora deva-se destacar que a origem da carga também é um fator determinante para a não conformidade da embalagem de madeira (Monteferrante et al., 2018), entendendo-se por origem da carga o país e aeroporto de procedência do voo que adentrou ao aeroporto (de chegada) com essa carga. Em inúmeros casos, importações com conexões em diversos aeroportos são registradas como provenientes do último aeroporto em que estiveram antes de aterrissarem no aeroporto sob análise.

Estes índices compreendem as seguintes variáveis: Tamanho do aeroporto de origem, Número de PCG importados pelo Aeroporto Internacional de Viracopos vindos do aeroporto de origem, Taxa de não conformidade dos MEMR do aeroporto de origem, Adesão do país de origem aos critérios de inspeção dos MEMR estabelecidos na NIMF-15 e Classificação do país de origem quanto ao nível de renda.

De acordo com Kassambara (2017), a Análise Fatorial de Dados Mistos é aplicada a conjuntos de dados que contém variáveis categóricas e contínuas. Assim, ela pode ser compreendida como a junção da Análise de Componentes Principais (PCA), para o caso das variáveis contínuas, e da Análise de Correspondência Múltipla (MCA) para o caso das variáveis categóricas.

Segundo Varella (2008), a PCA é realizada a partir dos autovalores e autovetores da matriz de correlação ou matriz de covariância de um determinado conjunto de dados. A partir da extração dos autovalores das matrizes, são calculados os autovetores normalizados. A combinação linear dos termos dos autovetores normalizados confere os escores de cada um dos componentes principais<sup>7</sup>. O mesmo procedimento, com algumas adaptações, é realizado na MCA para obtenção dos escores, conforme derivado algebricamente por Abdi & Valentin (2007).

A partir dos escores obtidos pela Análise Fatorial de Dados Mistos, calculam-se os índices anuais de importação. Optou-se por calcular  $k$  índices, a partir do número de escores, e que correspondem, em conjunto, a pelo menos 84% da variância total dos dados. Assim, o índice de importação de cada componente fatorial é dado por:

$$X_{itk} = \sum_{j_{it}=1}^{J_{it}} \phi_{j_{it}} w_{j_{it}k} \quad (5)$$

Em que:  $X_{itk}$  refere-se ao índice de importação  $k$  do indivíduo  $i$  no tempo  $t$ ;  $j_{it}$  indica o aeroporto  $j$  de origem da carga cuja empresa  $i$  importou no tempo  $t$ , assim  $j_{it} \in \{1, \dots, J_{it}\}$ ;  $\phi_{j_{it}}$  indica o peso que o aeroporto de origem  $j$  ocupa no volume de cargas importado em MEMR da empresa  $i$  no tempo  $t$ ; e  $w_{j_{it}k}$  corresponde ao escore do componente  $k$  do aeroporto  $j$  no tempo  $t$ .

De acordo com a Equação 5, o índice de importação  $k$  pode ser entendido como a média dos escores dos aeroportos ponderada pelo seu peso na pauta de importação das empresas. Sendo assim, esses fornecem um indicador da qualidade da origem da carga importada, embora não sejam facilmente interpretáveis. Da mesma forma, a interpretação dos coeficientes estimados para os índices não é trivial.

<sup>7</sup> Para mais detalhes, ver Varella (2008).

Por fim, o último termo da Equação 4, o coeficiente  $\delta$  corresponde ao efeito do tratamento sobre a variável dependente. Ou seja, ele denota se a introdução da lista “Top 50” teve impacto sobre a não conformidade no MEMR importado.

Uma vez que o objetivo deste artigo é avaliar se a introdução do sistema de checagem reduzida (Canal Verde) em Viracopos causou impacto na taxa de não conformidade das MEMR utilizadas pelas empresas importadoras para acondicionar suas cargas, considerou-se como conjunto de indivíduos as empresas importadoras atuantes no Aeroporto Internacional de Viracopos, na frequência anual, nos anos de 2016 a 2018. Denota-se ainda que as empresas da lista “Top 50” foram alocadas no grupo de tratamento, enquanto as demais empresas importadoras pertencem ao grupo de controle.

Tendo em vista que a implantação do projeto piloto iniciou no final de 2016, e, portanto, tem-se apenas dois anos pós-mudança no sistema de fiscalização, considera-se que esse período não seja suficiente para que as empresas importadoras ajustem todos os seus fatores de produção. Assim, a dotação de capital e a tecnologia de cada firma são tratadas como fixas no período e, conseqüentemente, apenas a quantidade de insumos variáveis se altera ao longo do tempo.

Quanto à estimação, os modelos com a primeira variável dependente foram estimados via Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). Já para os modelos de probabilidade linear, reporta-se tanto a estimação via MQO, quanto a estimação via Mínimos Quadrados Sequenciais (MQS), à semelhança do artigo de Ross & Zenou (2008). A estimação dos modelos via MQS deriva da problemática exposta por Horrace & Oaxaca (2006). Tais autores demonstraram que os parâmetros do modelo de probabilidade linear, estimados via mínimos quadrados ordinários (MQO), para conjuntos de dados com observações cujas probabilidades estimadas são superiores a 1, são viesados e inconsistentes. Nesta situação, Horrace & Oaxaca (2003) propõem um estimador alternativo, denominado Mínimos Quadrados Sequenciais (MQS).

O método do MQS propõe uma solução simples para a redução do viés da estimação via MQO. Basicamente, trata-se de um procedimento sequencial em três etapas. Primeiramente, estima-se o Modelo de Probabilidade Linear (LPM, do inglês Linear Probability Model) via MQO. Na segunda etapa, prevê-se a probabilidade de cada observação a partir de sua inserção no modelo. Na terceira etapa, as observações cuja probabilidade prevista superam 1 são retiradas da amostra e retorna-se à primeira etapa. Esse procedimento segue até que nenhuma observação da amostra empregada na estimação do modelo tenha probabilidade prevista maior do que 1.

Ademais, parte das 50 empresas da amostra importaram apenas em um ou dois períodos, de modo que, para manter o conjunto de dados balanceado<sup>8</sup>, foram organizados dois conjuntos amostrais. O primeiro conjunto foi constituído com as empresas que importaram, pelo menos uma vez por ano, entre 2016 e 2018; e o segundo foi constituído pelo conjunto de todas as empresas. Assim, foram estimados modelos com os dois grupos amostrais, para ambas as variáveis dependentes, e pelo método de Mínimos Quadrados Ordinários e Mínimos Quadrados Sequenciais.

Segundo Lechner (2010), o parâmetro  $\delta$  denotará o efeito causal do tratamento, caso algumas pressuposições sejam atendidas, quais sejam: 1. Estabilidade do efeito do tratamento; 2. Exogeneidade das variáveis dependentes; 3. Independência do tratamento na população tratada, no período antes do tratamento; 4. Tendências paralelas entre os grupos de controle e tratamento.

A primeira pressuposição versa sobre a ausência de externalidades, causadas pelo tratamento, entre os membros da população analisada. Presume-se que a introdução da lista “Top 50” não

---

<sup>8</sup> Um conjunto de dados é chamado balanceado quando todos os indivíduos da amostra possuem valores observados ao longo de todos os períodos.

tenha alterado a relação de cada uma das empresas com as demais importadoras atuantes via aeroporto de Viracopos, tampouco tenha sido capaz de induzir as alterações da não conformidade das MEMR movimentadas pelas demais empresas.

Cabe mencionar que se adotou a pressuposição de exogeneidade das variáveis dependentes, e, portanto, os regressores não são influenciados pelo tratamento. Uma vez que a decisão de importar envolve a estrutura de custos das empresas, bem como o nível de produção, pertencer a um conjunto de empresas que estão aptas à fiscalização reduzida do MEMR das cargas importadas, por amostragem, não aparenta induzir a alterações no volume importado. Assim como na relação entre o volume de PCG importados e a quantidade de MEMR não conformes, os índices de importação são compostos por variáveis intrínsecas aos aeroportos de origem. Logo, não há relação entre a lista “Top 50” e essas variáveis.

A terceira pressuposição versa sobre a independência da variável dependente com o tratamento avaliado (Lechner, 2010). Conforme apresentado por Aranha (2021), a escolha das empresas integrantes da lista “Top 50” ocorreu a partir do volume de importações condicionadas em MEMR nos anos de 2014 a 2016. Logo, não se espera que o tratamento influencie na variável dependente antes do ano de 2017.

A quarta pressuposição trata da tendência da variável dependente nos grupos de tratamento e de controle. Pressupõe-se que a tendência da variável dependente do grupo de tratamento seja paralela à tendência do grupo de controle, ou seja, que ambos os grupos apresentem a mesma tendência ao longo do tempo. Dentre os modos de análise do paralelismo da tendência, diversos trabalhos da literatura aplicada optam pela verificação visual (Wing et al., 2018). A verificação visual da tendência nas variáveis dependentes dos modelos é apresentada na seção de resultados.

### 3.2. Dados e variáveis

Os dados referentes a não conformidades nas embalagens de madeira, volume de cargas importadas e volume de cargas sujeitas à inspeção foram cedidos pela parceria entre o Aeroporto Internacional de Viracopos (ABV), o Serviço de Vigilância Agropecuária Internacional (Vigiagro) e o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea)/USP e Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz (Fealq).

A identificação dos países que participam da CIPV e, portanto, adotantes da NIMF-15, foi feita com base em informações da Food and Agriculture Organization of the United Nations (2002). Os dados de classificação das nações quanto ao nível de renda estão disponíveis no Banco Mundial (World Bank, 2018). Por fim, os dados de classificação dos aeroportos foram obtidos do projeto OurAirports (2023).

Para a composição da base de dados, foram excluídos os registros de importação cuja origem não é compatível com a codificação no *International Air Transport Association* (IATA) para Aeroportos. Foram excluídos, ainda, os registros de importação sem compatibilidade com o CNPJ para as empresas.

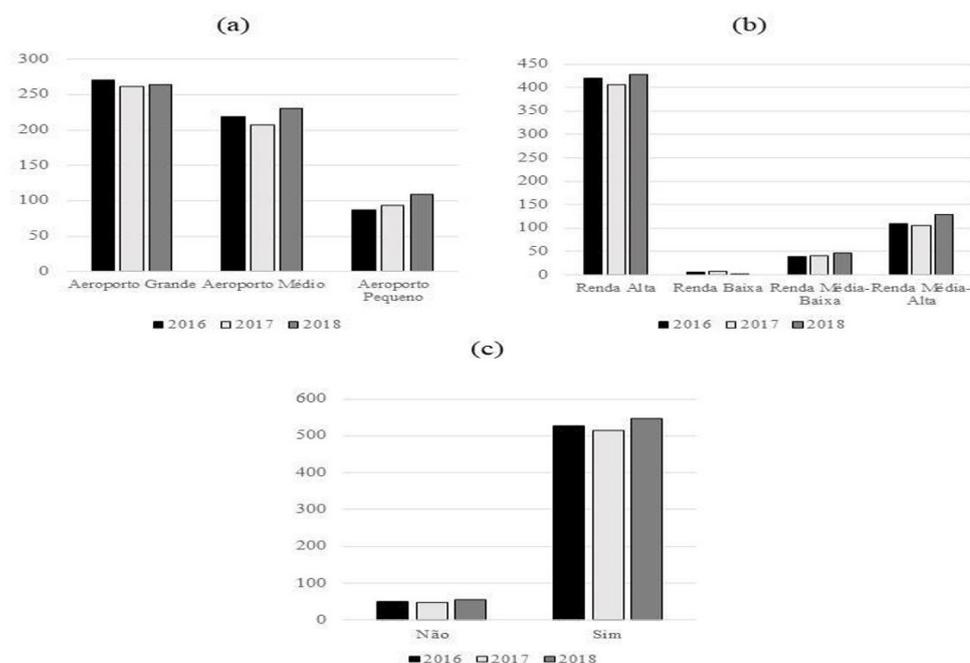
As estimativas e os procedimentos para tratamento de dados foram realizados no *software R versão 3.6.3*.

## 4. Resultados e Discussão

Esta seção apresenta os resultados das estimações dos modelos propostos na seção anterior, inicialmente mostrando o Índice Anual de Caracterização da Procedência das Importações e, logo após, os resultados do modelo de diferenças em diferenças.

Para controlar os efeitos da origem das cargas importadas nos modelos estimados, foram compostos índices anuais de caracterização da procedência das importações por meio da Análise Fatorial de Dados Mistos. Para compor o índice, consideraram-se as seguintes características: Tamanho do Aeroporto, Número de PCG totais do aeroporto de origem para o Aeroporto Internacional de Viracopos, Taxa de Não conformidade das cargas exportadas com MEMR para o aeroporto em análise, Adesão do país de origem dos voos com cargas em MEMR à NIMF-15 e Classificação do país de origem quanto ao nível de renda. A Figura 1 apresenta as frequências absolutas das variáveis categóricas, em número de MEMR movimentado, para os anos de 2016, 2017 e 2018.

De acordo com a Figura 1, as frequências absolutas para todas as variáveis permaneceram praticamente estáveis ao longo do período avaliado. Assim, nota-se que a maior parte das cargas importadas pelo aeroporto de Viracopos, acondicionadas em embalagens ou suportes de madeira, provêm de nações com nível de renda classificado como “Alta” ou “Média-Alta” pelo World Bank (2018). Da mesma forma, a maior parte dos países de onde se originam os voos com essas cargas adotam os requisitos preconizados pela NIMF-15. Quanto ao tamanho dos aeroportos de origem, a maior parte é classificado como “Grande” ou “Médio”.



**Figura 1** - Frequências absolutas em número de MEMR movimentado por Classificação dos aeroportos de origem (a), Nível de renda do país de origem (b) e Adesão do país de origem à NIMF-15 (c) no Aeroporto de Viracopos, no período de 2016 a 2018. Fonte: Elaboração própria.

A Tabela 1 apresenta os resultados das estatísticas descritivas para o número de PCG com MEMR importados por Viracopos e a taxa de não conformidade dos MEMR.

Verifica-se que, tanto para o número de PCG com MEMR, quanto para as taxas de não conformidade, não houve diferenças significativas entre os anos de 2017 e 2018 (Tabela 1). Entretanto, ambos períodos apresentaram valores superiores ao ano de 2016. Embora as médias das taxas de não conformidade estejam acima de 3% (valor estabelecido como limite para a manutenção de uma empresa no sistema de fiscalização reduzida), a mediana foi inferior a esse valor para os três anos do período.

**Tabela 1** - Estatísticas descritivas do número de PCG com MEMR importados e taxa de não conformidade dos MEMR (%), no período de 2016 a 2018

Ano	Média	Mediana	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Número de PCG com MEMR exportadas ao Aeroporto Internacional de Viracopos					
2016	748,90	50,00	3.663,35	1,00	75.657,00
2017	922,80	61,00	4.370,54	1,00	83.072,00
2018	948,00	54,00	4.769,11	1,00	91.933,00
<b>Taxa de não conformidade das embalagens de madeira (MEMR)</b>					
2016	0,0600	0,0000	0,1673	0,000	1,000
2017	0,0846	0,0075	0,1933	0,000	1,000
2018	0,0856	0,0101	0,1938	0,000	1,000

Fonte: Elaboração própria.

A Tabela 2 contém os resultados dos componentes da Análise Fatorial de Dados Mistos conduzida para as variáveis descritas acima e mostra os autovalores, a porcentagem da variância de cada autovalor e a variância acumulada dos autovalores.

**Tabela 2** - Autovalores e porcentagem da variância dos componentes do Índice Anual de Importação

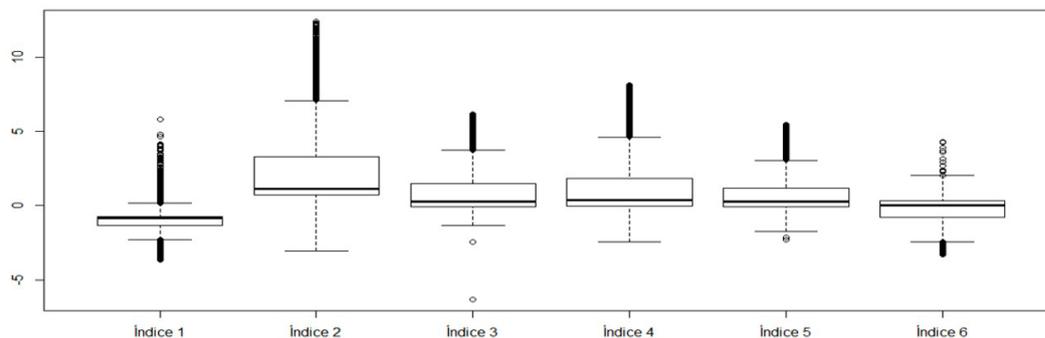
	Autovalor	Porcentagem da variância representada pelo autovalor (em %)	Porcentagem cumulativa da variância representada pelos autovalores (em %)
Componente 1	1,600766	20,01	20,01
Componente 2	1,201193	15,01	35,02
Componente 3	1,064731	13,31	48,33
Componente 4	1,021299	12,77	61,10
Componente 5	0,941450	11,77	72,87
Componente 6	0,922367	11,53	84,40
Componente 7	0,783482	9,79	94,19
Componente 8	0,464712	5,81	100,00

Fonte: Elaboração própria.

A Análise Fatorial de Dados Mistos das variáveis dos aeroportos produziu oito componentes. Optou-se por escolher os seis primeiros para compor as variáveis de origem dos modelos em painel, uma vez que cada um dos componentes capta, no mínimo, 10% da variância do grupo de variáveis. Ademais, os seis componentes juntos representam 84,4% da variância total do grupo de variáveis dos aeroportos.

A partir dos seis componentes selecionados, calculou-se, com base na expressão (5), os Índices Anuais de Caracterização da Origem das Importações para cada componente. A Figura 2 mostra a distribuição dos índices, apontando que a média de todos os índices apresentou valores próximos entre si. Por fim, cabe ressaltar que os índices são gerados a partir da média ponderada dos componentes obtidos na Análise Fatorial de Dados Mistos, de forma que sua interpretação não é trivial. Entretanto, destaca-se que o intuito original dos índices não é obter inferências a partir de seus resultados, mas, sim, controlar as características do perfil da origem das importações das empresas.

A fim de verificar a efetividade dos estímulos advindos do sistema de fiscalização reduzida de MEMR com base na lista "Top 50", estimaram-se, então, os modelos com dados em painel para as empresas, com os parâmetros de interação previstos no método de diferenças-em-diferenças (*diff-in-diff*). A aplicação do método exige que as tendências da variável dependente, dos grupos de controle e tratamento, sejam paralelas.



**Figura 2** - *Boxplot* dos índices de importação construídos. Fonte: Elaboração própria.

A Tabela 3 exibe a média, por empresa, do número de MEMR importados anualmente com não conformidades, no período de 2016 a 2018. Espera-se que o comportamento das médias em cada grupo seja semelhante, de forma a não violar a pressuposição de tendências paralelas.

**Tabela 3** - Médias por empresa do número de PCG importados pelo Aeroporto Internacional de Viracopos, acondicionados em MEMR com registro de não conformidades, de 2016 a 2018

	2016	2017	2018
<b>Modelo Empresas Todos os Anos</b>			
Tratamento ("Top 50")	13,83	17,37	19,54
Crescimento Anual (em %)	-	25,62%	12,50%
Controle	1,01	1,50	1,80
Crescimento Anual (em %)	-	47,44%	20,38%
<b>Modelo Todas as Empresas</b>			
Tratamento ("Top 50")	10,20	11,77	13,02
Crescimento Anual (em %)	-	15,37%	10,62%
Controle	0,33	0,48	0,57
Crescimento Anual (em %)	-	45,67%	19,48%

Fonte: Elaboração Própria.

De acordo com a Tabela 3, em ambos os grupos amostrais (empresas que importaram todos os anos e todas as empresas), a quantidade de embalagens de madeira com não conformidades elevou-se ao longo dos períodos analisados. O crescimento da quantidade de MEMR não conformes em 2017 foi superior ao de 2018, nos grupos de controle e tratamento, em ambos os conjuntos de dados. Assim, a Tabela 3 aponta que, entre 2016 a 2018, os grupos de controle e tratamento mostraram a mesma tendência em termos de quantidade média de MEMR não conformes. Como essa inspeção visual não apontou para diferenças entre a tendência dos grupos de controle e tratamento, afirma-se que a pressuposição de tendências paralelas não foi violada.

A Tabela 4 apresenta os coeficientes dos modelos com dados em painel para a amostra com todas as empresas e para a amostra com as empresas que importaram em todos os anos. Ambos os modelos têm como variável dependente o número de cargas importadas acondicionadas em MEMR com não conformidades.

Em ambas as equações estimadas, a Quantidade de PCG importados e Quantidade de MEMR inspecionadas tem impacto positivo sobre a quantidade de cargas acondicionadas em MEMR com não conformidades. Ademais, quanto às variáveis de origem, representadas pelos índices de importação, verifica-se que foram estatisticamente significativas em ambas as equações: Índice

de Importação 2, Índice de Importação 3 e Índice de Importação 6. Adicionalmente, o Índice de Importação 4 foi estatisticamente significativo no modelo com todas as empresas. Assim, embora não sejam diretamente interpretáveis, tais parâmetros indicam que as variáveis de origem são relevantes na estimação das equações para a quantidade de MEMR não conformes.

**Tabela 4** - Parâmetros dos modelos para a quantidade de PCG com MEMR com registros de não conformidades para o conjunto das empresas que importaram todos os anos e para o conjunto de todas as empresas importadoras (Erros-padrão robustos)

Variáveis	Coeficientes	P-Valor	Coeficientes	P-Valor
	Modelo Empresas Todos os Anos		Modelo Todas as Empresas	
Quantidade de MEMR inspecionadas	0.0147237 (0.0031774)	0.000***	0.0148552 (0.0030901)	0.000***
Quantidade de PCG importados	0.0041804 (0.0023181)	0.071*	0.0042439 (0.0020193)	0.036**
Índice de Importação 1	0.1213021 (0.2011497)	0.547ns	0.015873 (0.0414884)	0.702ns
Índice de Importação 2	-0.4382175 (0.1816595)	0.016**	-0.0845664 (0.0316702)	0.008***
Índice de Importação 3	1.3572288 (0.3352806)	0.000***	0.4161877 (0.0578315)	0.000***
Índice de Importação 4	0.4077386 (0.2645122)	0.123ns	0.1104054 (0.0473495)	0.020**
Índice de Importação 5	0.061505 (0.2456874)	0.802ns	-0.0511351 (0.0512943)	0.319ns
Índice de Importação 6	1.8776457 (0.3809785)	0.000***	0.5971339 (0.0692578)	0.000***
Tratamento (Top 50 x Ano 2017)	2.8829502 (1.8606756)	0.121ns	1.7181241 (1.163127)	0.140ns
R2	0.42117		0.4153	
Teste F	0.000***		0.000***	
Empresas	1409		5506	

Fonte: Elaboração própria. (ns) denota não significância (\*) denota significância à 10%, (\*\*) denota significância à 5% e (\*\*\*) denota significância à 1%.

Por fim, quanto ao parâmetro que mede o efeito do Tratamento, ou seja, o impacto da empresa pertencer a lista “Top 50”, este não foi significativo para ambos os modelos. Logo, uma empresa importadora ser elegível ao sistema de fiscalização reduzida, ou seja, pertencer à lista “Top 50” adotada no projeto piloto em Viracopos, não causou impacto sobre o número de cargas de MEMR com não conformidades, considerados os três anos examinados.

Embora os resultados dos modelos para o número de MEMR não conformes mostrem que integrar a lista “Top 50” não levou à redução de não conformidades, cabe ressaltar que o critério para inclusão de empresas no sistema de fiscalização reduzida foi o registro de não conformidade inferior a 3%. Assim, como já destacado, empresas com taxas históricas de não conformidade abaixo de 3% não possuem estímulos para alterar seu perfil de importações, enquanto as empresas com taxas históricas pouco acima dos 3% requerem pequenas alterações para adequar-se ao critério.

Buscando ajustar a modelagem a fim de considerar esse comportamento acima relatado, propõe-se a estimação de modelos de probabilidade linear (pelos métodos de Mínimos Quadrados Ordinários - MQO e Mínimos Quadrados em Sequência-MQS), cuja variável dependente denota valor 1 para os indivíduos com taxas de não conformidade acima de 3% e valor 0, caso contrário. Assim, o valor do coeficiente da variável Tratamento mede o impacto de pertencer a lista “Top 50” sobre a probabilidade de apresentar taxa de não conformidade acima dos 3%.

Assim como no modelo para o número de cargas importadas com não conformidades, é necessário garantir que as variáveis dependentes de ambos os grupos (Controle e Tratamento) apresentem a mesma tendência. A Tabela 5 mostra a frequência relativa de empresas com taxas de não conformidades superiores a 3%, entre 2016 e 2018.

**Tabela 5** - Frequência relativa das empresas com taxas de não conformidade dos MEMR superior a 3% ao ano, no período de 2016 a 2018. Modelos de MQO e MQS

	2016	2017	2018	2016	2017	2018
	MQO			MQS		
<b>Modelo Empresas Todos os Anos</b>						
Tratamento ("Top 50")	0,22	0,32	0,41	0,08	0,12	0,22
Variação Anual (em %)	-	42,30%	27,02%	-	42,85%	90,00%
Controle	0,25	0,32	0,38	0,12	0,15	0,21
Variação Anual (em %)	-	29,01%	16,26%	-	27,19%	34,48%
<b>Modelo Todas as Empresas</b>						
Tratamento ("Top 50")	0,20	0,25	0,30	0,14	0,19	0,25
Variação Anual (em %)	-	22,22%	20,45%	-	34,78%	29,03%
Controle	0,11	0,13	0,16	0,09	0,12	0,14
Variação Anual (em %)	-	26,18%	15,73%	-	31,96%	18,49%

Fonte: Elaboração Própria.

De acordo com a Tabela 5, nos modelos estimados por MQO e MQS, a frequência de indivíduos com taxa de não conformidade acima dos 3% aumentou ao longo do período amostrado, nos grupos de controle e tratamento ("Top 50"). Nos modelos estimados por MQO, o aumento foi superior em 2017, em comparação a 2018. No caso do conjunto de dados com as empresas que importaram todos os anos, no modelo estimado via MQS, a elevação foi superior em 2018, nos grupos de controle e tratamento. Assim, mesmo com o procedimento de correção adotado na estimação via MQS, os grupos de controle e tratamento não apresentaram tendências diferentes quanto ao comportamento da variável dependente. Logo, não há indícios de violação da pressuposição de paralelismo da tendência nos modelos de probabilidade linear.

A Tabela 6 apresenta os resultados para a estimação do modelo de probabilidade linear pelo método de mínimos quadrados ordinários (MQO). Em ambas as equações estimadas, os índices de importação 1, 3 e 6 foram significativos sobre a variável dependente "probabilidade de não atender aos requisitos para entrar no sistema de fiscalização reduzida". Os índices 2 e 4 foram significativos somente na estimação para o conjunto das empresas que importaram todos os anos, enquanto o índice 5 foi significativo no modelo para todas as empresas importadoras. Logo, assim como na equação para o número de PCG com MEMR importados com não conformidades, há indicações de que as variáveis de origem são relevantes também na estimação das equações da probabilidade de a empresa não estar elegível a participar do sistema de fiscalização reduzida.

Quanto ao número de PCG importados, verificou-se impacto apenas na equação para todas as empresas. Nos modelos para ambos os grupos amostrais a variável "Tratamento" não foi significativa. Assim, a introdução dessa política não teve impacto sobre a probabilidade de as empresas cumprirem com o requisito para estarem elegíveis a participar do canal verde da madeira, ou seja, do sistema de fiscalização reduzida. Cabe lembrar que esse resultado reflete o período logo após o estabelecimento desse canal verde, ou seja, os três primeiros anos da implantação dessa nova sistemática de amostragem para fiscalização.

**Tabela 6** - Parâmetros dos modelos para a probabilidade de não atender ao critério de entrada no sistema de fiscalização reduzida, para a amostra de todas as empresas e para o conjunto das empresas que importaram durante todos os anos, estimados via mínimos quadrados ordinários (erros-padrão robustos)

Variáveis	Modelo Empresas Todos os Anos		Modelo Todas as Empresas	
	Coefficientes	P-Valor	Coefficientes	P-Valor
Quantidade de PCG importados	-0.000064894 (0.0000081924)	0.428ns	0.000032488 (0.00001289)	0.012**
Índice de Importação 1	0.074016 (0.01988)	0.000***	-0.039701 (0.012049)	0.001***
Índice de Importação 2	-0.080561 (0.013727)	0.000***	-0.0025236 (0.0045607)	0.580ns
Índice de Importação 3	0.22722 (0.031888)	0.000***	0.19285 (0.023963)	0.000***
Índice de Importação 4	0.085816 (0.027729)	0.002***	-0.031393 (0.020005)	0.117ns
Índice de Importação 5	-0.01928 (0.030433)	0.526ns	-0.051637 (0.020164)	0.010***
Índice de Importação 6	0.2406 (0.029948)	0.000***	0.19009 (0.016666)	0.000***
Tratamento (Top 50 x Ano 2017)	0.040526 (0.038668)	0.294ns	0.032232 (0.028779)	0.263ns
R2	0.034588		0.07085	
Teste F	0.000***		0.000***	
Empresas	1409		5506	

Fonte: Elaboração própria. (ns) denota não significância (\*) denota significância à 10%, (\*\*) denota significância à 5% e (\*\*\*) denota significância à 1%.

Conforme Horrace & Oaxaca (2003), para controlar o problema de coeficientes viesados e inconsistentes, procede-se à estimação de modelos de probabilidade via Mínimos Quadrados Sequenciais (MQS). A estimação por MQS acarretou a exclusão de 374 indivíduos da amostra contendo as empresas que importaram todos os anos, e 138 exclusões do conjunto de todas as empresas importadoras por Viracopos que operaram com MEMR. Os coeficientes estimados são reportados na Tabela 7.

Nesta estimação, também as variáveis de origem – índices de importação 1, 2, 3 e 6 - foram significativas para os dois modelos. O Índice de Importação 4 foi significativo para o modelo com as empresas que importaram em todos os anos; enquanto o Índice de Importação 5, somente para o modelo com todas as empresas. Novamente o coeficiente do número de PCG importados foi significativo para este último modelo. Por fim, as variáveis de tratamento não foram estatisticamente significativas nas equações para os dois grupos amostrais.

Em termos gerais, as variáveis do grupo de controle dos efeitos de origem foram significativas nos modelos estimados. Este resultado recorrente em todas as estimações permite afirmar que aspectos relacionados à origem das importações e das embalagens de madeira afetam a probabilidade de ocorrência de não conformidades.

Além desses resultados, verificou-se que em todos os modelos o parâmetro indicativo da efetividade do sistema de checagem reduzida não foi significativo. Ou seja, as evidências apontam que ser elegível ao sistema de fiscalização reduzida, isto é, integrar a lista "Top 50", não reduziu o número de PCG importados com MEMR não conformes. Há que se enfatizar que o período de dados analisados das fiscalizações sob esse novo sistema ainda é curto tendo em vista abranger somente os três primeiros anos após sua instauração. A extensão do período

de análise pode, ocasionalmente, afetar esses resultados, tendo em vista que o tempo de reação das empresas para incorporar mudanças na gestão de seus processos, mudança dos fornecedores de suas embalagens e de outros aspectos desse serviço certamente é variável.

**Tabela 7** - Parâmetros dos modelos para a probabilidade de não atender ao critério de entrada no sistema de fiscalização reduzida, para o conjunto amostral de todas as empresas e para o conjunto das empresas que importaram durante todos os anos, estimados via mínimos quadrados sequenciais (erros-padrão robustos)

Variáveis	Coeficientes		P-Valor	
	Modelo Empresas Todos os Anos		Modelo Todas as Empresas	
Quantidade de PCG importados	-0.00004526 (0.000010627)	0.6702ns	0.000045799 (0.000015271)	0.003***
Índice de Importação 1	0.096569 (0.020981)	0.000***	-0.036224 (0.010794)	0.001***
Índice de Importação 2	-0.10007 (0.017544)	0.000***	-0.0091219 (0.00536)	0.089*
Índice de Importação 3	0.24094 (0.034891)	0.000***	0.20889 (0.021328)	0.000***
Índice de Importação 4	0.11555 (0.028964)	0.000***	-0.026784 (0.017599)	0.128ns
Índice de Importação 5	0.016317 (0.030855)	0.597ns	-0.045151 (0.017844)	0.011**
Índice de Importação 6	0.29424 (0.040391)	0.000***	0.21319 (0.018624)	0.000***
Tratamento (Top 50 x Ano 2017)	0.03266 (0.042882)	0.446ns	0.036309 (0.030587)	0.235ns
R2		0.026519		0.057249
Teste F		0.000***		0.000***
Empresas		1035		5368

Fonte: Elaboração própria. (ns) denota não significância (\*) denota significância à 10%, (\*\*) denota significância à 5% e (\*\*\*) denota significância à 1%.

Da mesma forma, não há indícios de que a probabilidade de apresentar taxas de não conformidade acima de 3% se alterou após o início do projeto. Tais resultados indicam que ser elegível ao sistema de fiscalização reduzida não modificou o comportamento das empresas em prol de importações com menor índice de não conformidade das MEMR usadas, pelo menos no curto período avaliado por este estudo.

## 5. Conclusões

No início de 2016, foi introduzido o sistema de checagem reduzida das embalagens de madeira (MEMR) no Aeroporto Internacional de Viracopos, na fiscalização realizada pelo Vigiagro. O sistema permite que um grupo de empresas com alto volume de importação e taxas de não conformidades em MEMR inferiores a 3% tenham suas importações fiscalizadas por amostragem - sistema de checagem reduzida-, em detrimento das demais empresas cujas cargas em MEMR são 100% inspecionadas.

Este trabalho buscou avaliar se a introdução desse sistema em Viracopos teve impacto sobre as empresas no que tange à taxa de não conformidade dos MEMR usados por esses importadores para acondicionar suas cargas. Ou seja, se o sistema de fiscalização reduzida impactou a taxa de não conformidade dos MEMR. Este tema é relevante para a política pública voltada à defesa vegetal, tendo em vista o regulamento fitossanitário que requer a inspeção de MEMR nos

postos de entrada do País. A inspeção visa prevenir e controlar o ingresso de pragas exóticas que poderiam, no futuro gerar prejuízos econômicos para o setor florestal e agropecuário. Adicionalmente, buscar um sistema de inspeção baseado em análise de risco permite poupar recursos humanos e financeiros tanto para o serviço de inspeção fitossanitária, quanto para os importadores. Isto porque as empresas importadoras se defrontam com custos de armazenagem e outros decorrentes do tempo de inspeção nos aeroportos e de liberação de suas cargas.

Para tanto, empregaram-se modelos com estimadores de diferenças-em-diferenças, a fim de verificar se ser elegível ao sistema de fiscalização reduzida alterou a proporção de registros de MEMR importados com não conformidades. Mais além, os modelos permitiram analisar se a fiscalização por amostragem reduziu a probabilidade de uma empresa registrar taxas de não conformidade superiores a 3%. Desse modo, foram estimados modelos de diferenças-em-diferenças para a quantidade de MEMR importadas, por CNPJ, e por aderência à taxa de não conformidade superior a 3% por CNPJ, no período de 2016 a 2018.

Os resultados para a estimação dos modelos tendo a quantidade de PCG com MEMR importados por empresa como variável dependente apontaram que ser elegível ao sistema de fiscalização reduzida não alterou a quantidade de PCG acondicionadas em MEMR com não conformidades. Da mesma forma, os modelos examinados tendo a taxa de não conformidade dos PCG com MEMR, por empresa, como variável dependente não indicaram alterações dessa taxa dentro do grupo de empresas elegíveis ao canal verde, após a introdução desse sistema no aeroporto. Logo, não há evidências de que a introdução do sistema de amostragem reduzida alterou o comportamento das empresas quanto às não conformidades das embalagens de madeira no Aeroporto Internacional de Viracopos.

Por fim, a presente análise contempla apenas o período de 2016 a 2018, cabendo ressaltar que a aplicação da lista "Top 50" ocorreu a partir do final de 2016. Deste modo, a falta de evidências estatísticas da efetividade da lista "Top 50" em promover a redução da taxa de não conformidade dos MEMR movimentados pelas empresas importadoras pode estar relacionada a fatores com dependência temporal, tais como: a) o breve período de existência do sistema de fiscalização reduzida, insuficiente para que as empresas da lista "Top 50" tenham já conseguido remanejar a escolha de seus insumos (MEMR), em prol de fornecedores com taxas de não conformidades menores (ou exigindo mais qualidade dos fornecedores atuais); b) o período analisado insuficiente para que as empresas já tivessem conseguido contabilizar os ganhos econômicos decorrentes de sua participação no sistema de fiscalização reduzida, e, portanto, perceber estímulo para adotarem medidas em prol da conformidade dos MEMR à NIMF no15; c) a substituição das importações com maior nível de não conformidade exige mudanças em processos estruturais das empresas, de modo que as alterações tendem a ocorrer a médio/longo prazo. Portanto, pode-se esperar que as mudanças no sistema de inspeção, no sentido de reduzir os problemas de conformidade das embalagens de madeira, venham a se consolidar em um prazo mais longo.

Estudos como este são relevantes a fim de se avançar na incorporação de instrumentos de análise de risco como um elemento estratégico para direcionar as políticas de defesa fitossanitária, tanto no sentido de garantir a segurança dos consumidores e produtores, como também de reduzir os custos diretos e indiretos para o setor privado e o público com a vigilância fitossanitária.

### **Contribuições dos autores:**

FSA: Pesquisa, Metodologia, Análise de dados, Redação do manuscrito original. SHGM: Conceitualização, Supervisão, Redação – revisão e edição.

### **Suporte financeiro:**

CAPES

### **Conflitos de interesses:**

Nada a declarar

### **Aprovação conselho de ética**

Não se aplica

### **Disponibilidade de dados:**

Os dados da pesquisa estão disponíveis sob consulta

### **AGRADECIMENTOS**

Aeroportos Brasil – Viracopos (ABV) e Vigiagro/MAPA

### **\* Autor correspondente:**

Fábio Souza Aranha. fabio.souza.aranha@gmail.com

### **Referências**

- Abdi, H., & Valentin, D. (2007). Multiple correspondence analysis. In N. J. Salkind (Ed.), *Encyclopedia of measurement and statistics*. Thousand Oaks: SAGE Publications.
- Adami, A. C. O., Miranda, S. H. G., & Marcondes, A. G. (2021). Fiscalização de embalagens de madeira no aeroporto de Viracopos. *Revista de Política Agrícola*, 30(3), 45-56.
- Ameden, H. A., Cash, S. B., & Zilberman, D. (2007). Border enforcement and firm response in the management of invasive species. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 39(1), 35-36. <http://doi.org/10.1017/S1074070800028923>
- Aranha, F. S. (2021). *Programa de fiscalização reduzida em embalagens de madeira para acondicionamento de importados: impacto do programa no comportamento das empresas e comparação entre modelos preditivos para o manejo do risco* (Dissertação de mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- Batista, E. S. P. (2014). *Sirex noctilio (Hymenoptera: Siricidae) e seus inimigos naturais em Pinus taeda e caracterização morfológica de Deladenus siricidicola* (Tese de doutorado). Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- Brasil. (2015). Instrução Normativa SDA/MAPA nº 32, de 23 de setembro de 2015. Estabelece procedimentos de fiscalização e certificação fitossanitária de embalagens, suportes ou peças de madeira, em bruto, que serão utilizadas como material para confecção de embalagens e suportes, destinados ao acondicionamento de mercadorias importadas ou a exportar. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília.

- Brasil. (2017). Instrução Normativa SDA/MAPA nº 39, de 27 de novembro de 2017. Aprova o funcionamento do Sistema de Vigilância Agropecuária Internacional - Vigiagro, suas regras e os procedimentos técnicos, administrativos e operacionais de controle e fiscalização executados nas operações de comércio e trânsito internacional de produtos de interesse agropecuário. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília.
- Brasil. (2023). *Aprendendo a exportar*. Recuperado em 30 de abril de 2023, de <https://www.gov.br/siscomex/pt-br/servicos/aprendendo-a-exportar>
- Campos, J. M. (2013). *Ações de vigilância e controle para a elaboração de um plano de contingência para prevenção da introdução, estabelecimento e dispersão de Rhiacionia frustrana (Scudder in Comstock) Lepidoptera: Tortricidae no Brasil* (Dissertação de mestrado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- Caton, B. P., Dobbs, T. T., & Brodel, C. F. (2006). Arrivals of high-killing insect pests on international cargo aircraft at Miami International Airport. *Biological Invasions*, 8(4), 765-785. <http://doi.org/10.1007/s10530-005-3736-x>
- Chen, C., Epanchin-Niell, R. S., & Haight, R. G. (2018). Optimal inspection of imports to prevent invasive pest introduction. *Risk Analysis*, 38(3), 603-619. PMID:28846812. <http://doi.org/10.1111/risa.12880>
- Eyre, D., Macarthur, R., Haack, R. A., Lu, Y., & Krehan, H. (2018). Variation in inspection efficacy by member states of wood packaging material entering the European Union. *Journal of Economic Entomology*, 111(2), 707-715. PMID:29365175. <http://doi.org/10.1093/jee/tox357>
- Eyre, D., & Haack, R. A. (2017). Invasive cerambycid pests and biosecurity measures. In Q. Wang (Ed.), *Cerambycidae of the World: biology and pest management* (pp. 563-618). Boca Raton: CRC Press.
- Fernandez, L., & Sheriff, G. (2013). Optimal border policies for invasive species under asymmetric information. *Environmental and Resource Economics*, 56(1), 27-45. <http://doi.org/10.1007/s10640-013-9637-z>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO. (2002). *Normas Internacionais para Medidas Fitossanitárias nº 15 (NIMF 15): regulamentação de material de embalagem de madeira no comércio internacional*. Roma: International Plant Protection Convention (IPPC)/FAO.
- Furlan, P. K., & Pinto, M. M. O. (2015). Identificação dos procedimentos de fronteira críticos na importação de cargas containerizadas: estudo do Porto de Santos. *Production*, 25(1), 183-189. <http://doi.org/10.1590/S0103-65132014005000017>
- Gazzoni, D. L. (2018). Introdução. In E. G. Fidelis, T. R., Lohmann, M. L. Silva, P. Parizzi & F. F. Laranjeira (Eds.), *Priorização de pragas quarentenárias ausentes no Brasil* (pp. 15-19). Boa Vista: Embrapa Roraima.
- Greene, W. H. (2003). *Econometric analysis* (3rd ed.). New York: Pearson Education.
- Haack, R. A. (2006). Exotic bark- and wood-boring Coleoptera in United States: recent establishments and interception. *Canadian Journal of Forest Research*, 36(2), 269-288. <http://doi.org/10.1139/x05-249>
- Haack, R. A., & Petrice, T. R. (2009). Bark- and wood-borer colonization of logs and lumber after heat treatment to ispm 15 specifications: the role of residuals bark. *Journal of Economic Entomology*, 102(3), 1075-1084. PMID:19610422. <http://doi.org/10.1603/029.102.0328>

- Haack, R. A., Britton, K. O., Brockerhoff, E. G., Cavey, J. F., Garrett, L. J., Kimberley, M., Lowenstein, F., Nuding, A., Olson, L. J., Turner, J., & Vasilaky, K. N. (2014). Effectiveness of the International Phytosanitary Standard ISPM n° 15 on reducing wood borer infestation rates in wood packaging material entering the united states. *PLoS One*, *9*(5), e96611. PMID:24827724. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0096611>
- Harrigan, J., & Venables, A. J. (2006). Timeliness and agglomeration. *Journal of Urban Economics*, *59*(2), 300-316. <http://doi.org/10.1016/j.jue.2005.10.004>
- Horrace, W. C., & Oaxaca, R. L. (2003). *New wine in old bottles: a sequential estimation technique for the LPM* (Texto para Discussão No. 703). Bonn: Institute for the Study of Labor.
- Horrace, W. C., & Oaxaca, R. L. (2006). Results on the bias and inconsistency of ordinary least squares for linear probability model. *Economics Letters*, *90*(3), 321-327. <http://doi.org/10.1016/j.econlet.2005.08.024>
- Iede, E. T. (2005). *Importância das pragas quarentenárias florestais no comércio internacional: estratégias e alternativas para o Brasil* (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, No. 22). Colombo: Embrapa Florestas.
- Iede, E. T., Penteado, S. R. C., & Reis Filho, W. (2000). Pragas quarentenárias florestais: riscos e prevenção. *Floresta*, *30*(1-2), 65-73.
- Imbens, G. W., & Wooldridge, J. M. (2009). Recent developments in the econometrics of program evaluation. *Journal of Economic Literature*, *47*(1), 5-86. <http://doi.org/10.1257/jel.47.1.5>
- International Plant Protection Convention – IPPC. (2006). *NIMF no. 23: diretrizes para Inspeção*. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations. Recuperado em 20 de novembro de 2020, de [https://www.ippc.int/largefiles/NIMF\\_23\\_2005\\_PTFINAL\\_0.pdf](https://www.ippc.int/largefiles/NIMF_23_2005_PTFINAL_0.pdf)
- Karaca-Mandic, P., Norton, E. C., & Dowd, B. (2012). Interaction terms in nonlinear models. *Health Services Research*, *47*(Pt 1), 255-274. PMID:22091735. <http://doi.org/10.1111/j.1475-6773.2011.01314.x>
- Kassambara, A. (2017). *A practical guide to principal component methods in R*. STHDA.
- Lechner, M. (2010). The estimation of causal effects by difference-in-difference methods. *Foundations and Trends in Econometrics*, *4*(3), 165-224. <http://doi.org/10.1561/0800000014>
- Mafra, A. A. (2013). *Medidas fitossanitárias para a mitigação de risco de introdução, estabelecimento e dispersão de Dendroctonus frontalis (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) em plantios de Pinus spp., no Brasil* (Dissertação de mestrado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- Monteferrante, E. C., Vicenzi, M. S., Okubo, A. M., Silva, M. S. F., & Meleiro, M. (2018). Interceptações de pragas em embalagens de madeira no Porto de Santos. *Revista de Política Agrícola*, *27*(1), 132-141.
- Mumford, D. J. (2002). Economics issues related to quarantine in international trade. *European Review of Agriculture Economics*, *29*(3), 329-348. <http://doi.org/10.1093/eurrag/29.3.329>
- Nascimento, R. S., Silva, H. C. M. M., & Negrão, P. H. (2023). Potencial de otimização da operação de inspeção federal agropecuária em embalagens e suportes de madeira no Aeroporto Internacional de Goiânia. *Revista de Gestão e Secretariado*, *14*(3), 3257-3280. <http://doi.org/10.7769/gesec.v14i3.1799>
- Our Airports. (2023). Recuperado em 20 de novembro de 2020, de <https://ourairports.com/data/>
- Rocha, D. G. B. (2013). *Identificação de perfis de risco associados a envios importados com probabilidade de abrigar pragas quarentenárias* (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

- Ross, L. S., & Zenou, Y. (2008). Are shirking and leisure substitutable? An empirical test of efficiency wages based on urban economic theory. *Regional Science and Urban Economics*, 38(5), 498-517. <http://doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.05.009>
- Springborn, M. R., Lindsay, A. R., & Epanchin-Niell, R. S. (2016). Harnessing enforcement leverage at the border to minimize biological risk from international live species trade. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 132, 98-112. <http://doi.org/10.1016/j.jebo.2016.03.011>
- Stanaway, M. A., Zalucki, M. P., Gillespie, P. S., Rodriguez, C. M., & Maynard, G. V. (2001). Pest risk assessment of insects in sea cargo containers. *Australian Journal of Entomology*, 40(2), 180-192. <http://doi.org/10.1046/j.1440-6055.2001.00215.x>
- Surkov, I. V. (2007). *Optimising import phytosanitary inspection* (Tese de doutorado). Wageningen University, Wageningen.
- Varella, C. A. A. (2008). *Análise de componentes principais*. Seropédica: UFRRJ.
- Wallner, W. E. (1996). Invasion of the tree snatchers: The Asian gypsy moth's entrance into North America shows that exotic-pest invasions can happen in unexpected ways. *The American Nurse*, 183(6), 28-31.
- Wing, C., Simon, K., & Bello-Gomez, R. A. (2018). Designing Difference in Difference Studies: Best Practices for Public Health Policy Research. *Annual Review of Public Health*, 39(1), 453-469. PMID:29328877. <http://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-040617-013507>
- World Bank. (2018). *World Bank country and lending groups*. Recuperado em 20 de novembro de 2020, de [https://databankfiles.worldbank.org/public/ddpext\\_download/site-content/CLASS.xlsx](https://databankfiles.worldbank.org/public/ddpext_download/site-content/CLASS.xlsx)

**Recebido:** Maio 03, 2023

**Aceito:** Janeiro 07, 2025

**JEL Classification:** C31, H89, Q17, R49

Editor associado: Angélica Massuquetti