

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA**

**Mudança de rota: rejeições alimentares por micotoxinas desviam comércio agrícola?**

Jéssica de Jesus Teixeira  
*Magister Scientiae*

**VIÇOSA - MINAS GERAIS  
2025**

**JÉSSICA DE JESUS TEIXEIRA**

**Mudança de rota: rejeições alimentares por micotoxinas desviam comércio agrícola?**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Economia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientadora: Michelle M. Viana Martins

Coorientador: Victor Henrique Lana Pinto

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

T266m  
2025

Teixeira, Jéssica de Jesus, 1994-

Mudança de rota: rejeições alimentares por micotoxinas desviam comércio agrícola? / Jéssica de Jesus Teixeira. – Viçosa, MG, 2025.

1 dissertação eletrônica (82 f.): il. (algumas color.).

Inclui apêndices.

Orientador: Michelle Márcia Viana Martins.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Economia, 2025.

Referências bibliográficas: f. 68-75.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2025.287>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Comércio internacional. 2. Países da União Européia - Comércio exterior - Estatísticas. 3. Alimentos - Contaminação - Aspectos econômicos. I. Martins, Michelle Márcia Viana, 1991-. II. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Economia. Programa de Pós-Graduação em Economia. III. Título.

CDD 22. ed. 382

**JÉSSICA DE JESUS TEIXEIRA**

**Mudança de rota: rejeições alimentares por micotoxinas desviam comércio agrícola?**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Economia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 20 de março de 2025.

Assentimento:

---

Jéssica de Jesus Teixeira  
Autora

---

Michelle Marcia Viana Martins  
Orientadora

Essa dissertação foi assinada digitalmente pela autora em 13/05/2025 às 18:09:25 e pela orientadora em 13/05/2025 às 18:12:29. As assinaturas têm validade legal, conforme o disposto na Medida Provisória 2.200-2/2001 e na Resolução nº 37/2012 do CONARQ. Para conferir a autenticidade, acesse <https://siadoc.ufv.br/validar-documento>. No campo 'Código de registro', informe o código **S8EU.EI9Z.Q482** e clique no botão 'Validar documento'.

Aos meus pais João e Fátima

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer a Deus por ter me guiado e sustentado na realização deste sonho. Agradeço aos meus pais, João e Fátima, por me proporcionarem a oportunidade de estudar; à minha irmã Karolaine, por se orgulhar de mim e por todo o apoio que sempre me foi dado; e ao meu namorado, Deyo, pela paciência e compreensão nos momentos de ausência.

Agradeço, em especial, à minha orientadora, professora Michelle Martins, por todos os ensinamentos, pela dedicação e pela paciência, aprendizados que levarei por toda a minha vida acadêmica. Agradeço também ao meu coorientador, Victor Lana, por sua orientação e valiosas contribuições.

Deixo meu agradecimento à Daiane, secretária da pós-graduação, bem como aos amigos que fiz durante o mestrado, os quais tornaram essa jornada mais leve, em especial, Karol, Kaio.

"Este trabalho foi realizado com o apoio das seguintes agências de pesquisa brasileiras: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)."

Em memória de Lukas Corrêa Macedo,

*...A voz do anjo sussurrou no meu ouvido  
Eu não duvido, já escuto os teus sinais  
Que tu virias numa manhã de domingo  
Eu te anuncio nos sinos das catedrais...*

(Alceu Paiva Valença)

## RESUMO

TEIXEIRA, Jéssica de Jesus, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, março de 2025. **Mudança de rota: rejeições alimentares por micotoxinas desviam comércio agrícola?**. Orientadora: Michelle Marcia Viana Martins. Coorientador: Victor Henrique Lana Pinto.

Este estudo examina o efeito das rejeições de produtos agrícolas contaminados por micotoxinas impostas pela União Europeia sobre desvio de comércio. Investiga-se, em particular, se essas rejeições afetam os padrões de comércio global, se existe persistência temporal nas notificações (isto é, se rejeições anteriores estão associadas a rejeições futuras) e se a reputação do país exportador, afetada por rejeições recorrentes, contribui para o redirecionamento de exportações. Para responder a essas questões, adotou-se o modelo gravitacional estimado por Máxima Verossimilhança Pseudo-Poisson (Poisson Pseudo Maximum Likelihood – PPML), adequado para lidar com a presença de fluxos comerciais nulos. A base empírica contempla os fluxos bilaterais entre 53 países exportadores e 65 importadores no período de 2008 a 2023. Durante esse intervalo, foram analisadas 27.292 notificações de rejeição registradas no Sistema de Alerta Rápido para Alimentos e Rações (RASFF), das quais 6.657 (24,4%) estavam associadas à presença de micotoxinas. As análises descritivas indicam que os produtos mais frequentemente rejeitados na fronteira da União Europeia foram amendoins (39,6%), pistaches (17,7%) e figos (13,2%), sendo Turquia, China e Índia os países mais afetados. Os resultados econométricos apontam que as rejeições por micotoxinas promovem desvio de comércio. Esse efeito foi confirmado por diferentes especificações econométricas, incluindo modelos com rejeições passadas (efeitos dinâmicos), variável categórica, análise por setor e estrutura de renda dos países. Os achados mostraram-se amplamente robustos em todas as estimativas realizadas. Para além desses esforços, a principal contribuição do estudo consiste na construção de uma métrica original para mensurar o efeito reputacional negativo associado aos países sujeitos a rejeições frequentes. Essa variável foi submetida a diferentes testes de sensibilidade, com variações nos pontos de corte e nas janelas temporais, apresentando resultados estáveis, reforçando sua adequação ao problema de pesquisa. O indicador de reputação negativa demonstrou estar positivamente associado ao desvio de comércio, indicando que países afetados por rejeições sucessivas tendem a redirecionar suas exportações de maneira persistente para mercados alternativos. Esses resultados permaneceram consistentes mesmo após extensivas análises de robustez, incluindo o uso de subamostras, variações nas especificações

econométricas e a introdução de controles geográficos (como distância, fronteiras e idioma comum) e históricos (como vínculos coloniais). Os resultados deste estudo indicam que medidas regulatórias aplicadas ao comércio internacional podem produzir efeitos mais amplos do que os inicialmente esperados, influenciando padrões de comércio de forma indireta e persistente. Esses achados destacam a relevância de considerar dimensões menos visíveis, como a percepção internacional e os efeitos cumulativos de certas medidas, na formulação e avaliação de políticas comerciais. Além disso, sugerem a importância de mecanismos que promovam estabilidade, previsibilidade e coordenação entre os diversos agentes envolvidos nas trocas internacionais.

Palavras-chave: Rejeições; Comércio Internacional; Desvio de comércio.

## ABSTRACT

TEIXEIRA, Jéssica de Jesus, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, March, 2025.  
**Route change: do mycotoxin-induced food rejections shift agricultural trade?**  
Adviser: Michelle Marcia Viana Martins. Co-adviser: Victor Henrique Lana Pinto.

This study examines the effect of rejections of mycotoxin-contaminated agricultural products imposed by the European Union on trade diversion. In particular, we investigate whether these rejections affect global trade patterns, whether there is temporal persistence in notifications (i.e., whether previous rejections are associated with future rejections), and whether the reputation of the exporting country, affected by recurrent rejections, contributes to the redirection of exports. To answer these questions, we adopted the gravity model estimated by Poisson Pseudo Maximum Likelihood (PPML), which is suitable to deal with the presence of zero trade flows. The empirical basis includes bilateral flows between 53 exporting countries and 65 importing countries from 2008 to 2023. During this period, 27,292 rejection notifications registered in the Rapid Alert System for Food and Feed (RASFF) were analyzed, of which 6,657 (24.4%) were associated with the presence of mycotoxins. Descriptive analyses indicate that the products most frequently rejected at the European Union border were peanuts (39.6%), pistachios (17.7%), and figs (13.2%), with Turkey, China, and India being the most affected countries. The econometric results indicate that rejections due to mycotoxins promote trade diversion. This effect was confirmed by different econometric specifications, including models with past rejections (dynamic effects), categorical variables, analysis by sector, and country income structure. The findings were largely robust across all estimates performed. In addition to these efforts, the main contribution of this study is the construction of an original metric to measure the negative reputational effect associated with countries subject to frequent rejections. This variable was subjected to different sensitivity tests, with variations in cutoff points and time windows, presenting stable results, reinforcing its suitability for the research problem. The negative reputation indicator was shown to be positively associated with trade diversion, indicating that countries affected by successive rejections tend to redirect their exports persistently to alternative markets. These results remained consistent even after extensive robustness analyses, including the use of subsamples, variations in econometric specifications, and the introduction of geographic (such as distance, borders, and common language) and historical (such as colonial ties) controls. The results of this study indicate

that regulatory measures applied to international trade can produce broader effects than initially expected, influencing trade patterns indirectly and persistently. These findings highlight the relevance of considering less visible dimensions, such as international perception and the cumulative effects of certain measures, in the formulation and evaluation of trade policies. Furthermore, they suggest the importance of mechanisms that promote stability, predictability and coordination among the various agents involved in international trade.

Keywords: Rejections; International Trade; Trade diversion.

## SUMÁRIO

|                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. INTRODUÇÃO .....                                                                    | 11 |
| <b>1.1. Problema de pesquisa e sua importância</b> .....                               | 11 |
| <b>1.2. Objetivos</b> .....                                                            | 15 |
| 1.2.1. Geral .....                                                                     | 15 |
| 1.2.2. Específicos .....                                                               | 15 |
| <b>1.3. Contribuições</b> .....                                                        | 16 |
| <b>1.4. Hipóteses</b> .....                                                            | 17 |
| 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS .....                                  | 18 |
| <b>2.1. Conformidade comercial e rejeições fronteiriças</b> .....                      | 18 |
| <b>2.2. Custos de adequação e de rejeições</b> .....                                   | 22 |
| <b>2.3. Impactos do desvio de comércio causados pelas rejeições fronteiriças</b><br>25 |    |
| <b>2.4. Efeitos das regulamentações relacionadas à micotoxinas</b> .....               | 30 |
| 3. METODOLOGIA.....                                                                    | 33 |
| <b>3.1. Fundamentos teóricos do modelo gravitacional</b> .....                         | 33 |
| <b>3.2. Abordagem empírica</b> .....                                                   | 38 |
| 3.2.1 Estimações gerais.....                                                           | 38 |
| 3.2.2 Estimações amostrais .....                                                       | 41 |
| <b>3.3. Robustez</b> .....                                                             | 42 |
| <b>3.4. Base de dados</b> .....                                                        | 43 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....                                                         | 45 |
| <b>4.1. Panorama do comércio mundial</b> .....                                         | 45 |
| <b>4.2. Estatísticas descritivas</b> .....                                             | 47 |
| <b>4.3. Análise empírica</b> .....                                                     | 52 |
| 4.3.1. Robustez.....                                                                   | 62 |
| 5. CONCLUSÕES.....                                                                     | 66 |
| REFERÊNCIAS.....                                                                       | 68 |
| APÊNDICE A.....                                                                        | 76 |
| APÊNDICE B.....                                                                        | 78 |

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. Problema de pesquisa e sua importância

No comércio internacional de alimentos, uma variedade de fatores pode levar à rejeição de produtos agrícolas nas administrações aduaneiras dos países importadores. O descumprimento dos padrões de segurança do alimento, dos requisitos de qualidade e das normas técnicas são algumas das justificativas para essas recusas (Martins & Monteiro, 2024). Entre os motivos mais recorrentes, estão a presença de contaminantes biológicos e químicos; falhas no registro das empresas; ausência de documentos relacionados às inspeções do produto e dos processos produtivos; e a presença de organismos geneticamente modificados não autorizados (Otsuki, Wilson & Sewadeh, 2001; Henson & Olale, 2010; Cuello et al., 2020).

No contexto das rejeições por razões biológicas, é preciso considerar aquelas motivadas pela presença de micotoxinas. Estas são substâncias geradas pelos fungos *Aspergillus*, *Fusarium* e *Penicillium*, levando à contaminação persistente dos alimentos e rações. Uma vez presente nos alimentos ou matérias-primas, não podem ser destruídas facilmente por processos tradicionais como cozimento, fervura e a pasteurização, representando um desafio grave para a segurança alimentar (Silva, Oliveira & Ramalho, 2021).

Mesmo em baixas concentrações, as micotoxinas podem induzir efeitos de saúde crônicos em humanos e animais, como maior risco de câncer, danos ao fígado e alterações genéticas. Em casos extremos, provocam surtos de intoxicação aguda (Freire, 2007). A contaminação pode ocorrer em qualquer fase da cadeia produtiva, da pré-colheita ao armazenamento e transporte. Os fungos dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* tendem a crescer em alimentos e rações durante o armazenamento de produtos agrícolas, enquanto os do gênero *Fusarium* podem infectar culturas em desenvolvimento, incluindo trigo, cevada e milho, propagando-se enquanto as plantas ainda estão no campo (Alshannaq e Yu, 2017).

Schmale e Munkvold (2024) apontam o potencial de contaminação por micotoxinas em milho; frutas e nozes, principalmente frutas secas, amendoim e castanhas; café; trigo; arroz; cevada e aveia. Além desses, também há preocupação com a contaminação de rações animais (à base de milho, sorgo e outros cereais), que pode levar à transferência indireta de micotoxinas para produtos de origem

animal (como leite).

A Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) estima que 25% das culturas mundiais são afetadas por micotoxinas a cada ano, acarretando perdas anuais de quase 1 bilhão de toneladas métricas de alimentos e subprodutos (Schmale, Munkvold, 2024). As perdas econômicas decorrem do declínio no rendimento produtivo, consequência das doenças induzidas por fungos tóxicos; desvalorização comercial em virtude da contaminação por micotoxinas; queda na produtividade animal ligada a prejuízos à saúde; e custos relacionados à saúde humana. No âmbito comercial, os desdobramentos econômicos incluem o descarte de mercadorias; suspensão das vendas e despesas adicionais com testes e controles de qualidade, afetando diretamente a competitividade e a rentabilidade dos produtores (Rahayu et al., 2020).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que mais de 500 milhões de pessoas em todo o planeta, sobretudo na África Subsaariana, consomem micotoxinas em níveis inseguros (Ezekiel., Ortega-Beltran & Bandyopadhyay, 2019). A Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (*United Nations Industrial Development Organization* - UNIDO) informa que, de 2010 a 2022, 3,6% das rejeições de produtos agrícolas no mercado global foram motivadas pela presença de micotoxinas (UNIDO, 2024). Alshannaq e Yu (2017) corroboram que essa foi a razão que mais justificou rejeições pelos Estados Unidos (EUA) entre 2010 e 2019, especialmente pela identificação do fungo aflatoxinas (AFs). O estudo revelou que aproximadamente 95% das rejeições sobre micotoxinas estiveram associadas a alimentos, enquanto apenas 5% foram relacionadas a rações. Houve, ainda, aumento de rejeições pela União Europeia (UE) e pelos EUA em função de contaminação por aflatoxinas em pistaches, amêndoas e amendoins.

Esses dados evidenciam a magnitude do problema em termos de saúde pública, podendo resultar em perdas de vidas humanas e animais, além de custos adicionais em cuidados de saúde (Duarte et al., 2010, Omotayo et al., 2019). Do ponto de vista econômico e comercial, rações ou alimentos contaminados por micotoxinas, em concentrações acima dos limites seguros, obstruem o acesso a mercados altamente regulados, justificam ações de rejeições e exigem o descarte e a destruição de lotes contaminados (Rahayu et al., 2020). Tal contexto exige dos produtores investimentos em análises, inspeções, pesquisas, processos de

destoxificação e outras ações que visem atenuar riscos e evitar violações no comércio (Alshannaq & Yu, 2017; Pinotti et al., 2016; Iamanaka, Oliveira & Taniwaki, 2010).

Um exemplo ocorreu em 2006, no estado do Maranhão no Brasil. A identificação da micotoxina *Penicillium citreonigrum* (CTV), em nível acima do recomendado em amostras de arroz da região, causou 1.207 casos de beribéri cardíaco agudo, que resultou em 40 mortes<sup>1</sup> (Shiratori et al., 2017). Esse incidente enfatiza os riscos das micotoxinas para a saúde humana, justificando a adoção de regulamentações sanitárias e fitossanitárias (SPS) que impeçam a disseminação dos fungos tanto no âmbito nacional quanto no mercado internacional. O estabelecimento de medidas SPS por parte de um país exige que seus fornecedores, inclusive os exportadores, cumpram medidas de segurança alimentar para que o produto seja admitido no mercado (WTO, 2024a). Embora exista foco recorrente dos regulamentos SPS no controle dos níveis de aflatoxinas, cresce a atenção sobre outras toxinas (Freire, 2007).

O Regulamento da Comissão Europeia (CE) Nº 1881/2006, por exemplo, determina limites máximos de contaminantes em alimentos, incluindo micotoxinas, e exige que os produtores adotem boas práticas de produção e processamento, amparadas em análises de risco (European Commission – EC, 2006). Essa estrutura regulatória é complementada por outros mecanismos, como o Regulamento (UE) 2019/1793, que intensifica os controles europeus de segurança em alimentos de origem não animal, devido a ameaças de contaminação por micotoxinas, pesticidas e outras substâncias (EC, 2019).

A UE constitui mercado particularmente rígido em termos de normas regulatórias para segurança alimentar (Rahayu et al., 2020; Santeramo & Lamonaca, 2022). Além disso, possui um Sistema de Alerta Rápido para Alimentos e Rações (*Rapid Alert System for Food and Feed* - RASFF)<sup>2</sup> que viabiliza a comunicação imediata sobre possíveis riscos à segurança, facilitando o controle de produtos

---

<sup>1</sup> O beribéri é uma enfermidade provocada pela deficiência de tiamina (vitamina B1), cujos sintomas incluem paralisia dos membros, convulsões, alterações no sistema cardiovascular e comprometimento da função cardíaca. A sigla CTV refere-se a um metabólito tóxico produzido pelo fungo *Penicillium citreonigrum*, que pode afetar negativamente o sistema cardiovascular e tem sido associado a casos de beribéri cardíaco agudo (Shiratori et al., 2017). Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5488044/>. Acesso em: 09 de setembro de 2024.

<sup>2</sup> Disponível em: <[https://food.ec.europa.eu/food-safety/rasff\\_en](https://food.ec.europa.eu/food-safety/rasff_en)>. Acesso em: 11 de novembro de 2024

considerados inseguros para a saúde humana, animal e vegetal. A plataforma RASFF comunica a identificação de micotoxinas em cargas importadas, rejeitando as remessas contaminadas por razões fitossanitárias (Marrez e Ayeshe, 2022).

Segundo Martins e Monteiro (2024), as rejeições geram prejuízos ao exportador além da destruição do lote, como mencionado. Também envolve a devolução do produto ao país de origem, apreensão, confisco ou destinação alternativa do produto. Eventualmente, os exportadores arcam com despesas extras nas remessas futuras, já que o importador pode exigir testes, inspeções e ampliação das amostras coletadas, além do reprocessamento de mercadorias que não atenderam aos requisitos e foram rejeitados (Wu, 2008; Baylis et al., 2011). Nesses cenários, as rejeições geram custos de violação e podem afetar a reputação dos fornecedores (Martins & Monteiro, 2024).

Além disso, as rejeições podem ocasionar desvio de comércio, quando as cargas não admitidas por apresentarem riscos, são alocadas para outros destinos que têm normas menos rigorosas. O desvio de comércio também pode ocorrer caso as rejeições sejam frequentes, levando o exportador a buscar outros mercados, ao invés de adaptar seus produtos às exigências do país em que o produto foi barrado. Assim, as rotas de exportação originais são reconfiguradas (Cuello et al., 2020).

A recusa de produtos em mercados internacionais costuma sinalizar possíveis falhas de qualidade ou de conformidade com os padrões exigidos pelo país importador. Esse tipo de ocorrência pode comprometer a percepção dos parceiros comerciais a respeito da confiabilidade de determinados exportadores. Com o tempo, rejeições recorrentes podem contribuir para a formação de uma imagem negativa, afetando a reputação do país ou das empresas envolvidas. Essa reputação, por sua vez, pode se tornar um obstáculo ao comércio, à medida que importadores buscam minimizar riscos e evitar fornecedores associados a problemas anteriores. No entanto, capturar empiricamente esse tipo de percepção constitui um desafio, dado o caráter subjetivo que a reputação assume nesse contexto. Por isso, a adoção e o cumprimento rigoroso de padrões internacionais tornam-se estratégias centrais para preservar a confiança e sustentar o fluxo global de comércio (*United States International Trade Commission - USITC*, 2020).

Para Oliveira (2024), a reputação no ambiente internacional tem papel decisivo na formação de alianças e pactuação de tratados e acordos, pois funciona

como credencial de confiabilidade quanto ao cumprimento de compromissos. Nesse sentido, é relevante pontuar que a reputação de um agente internacional pode se expressar de modo multidimensional, variando ao longo do tempo e de acordo com a questão em negociação.

Diante dessas considerações, o presente estudo busca responder os seguintes questionamentos: as rejeições de produtos agrícolas contaminados por micotoxinas nos portos da UE afetam os fluxos de comércio globais? Existe desvio de comércio? Há relação entre rejeições ocorridas no passado e o fluxo de comércio presente para países terceiros? A reputação do exportador influencia o desvio de comércio? Para responder a tais indagações, este estudo avalia 438 produtos agrícolas, 53 países exportadores e 65 importadores, no período de 2008 a 2023, utilizando o modelo gravitacional estrutural.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Geral**

Identificar se as rejeições da UE de produtos agrícolas contaminados por micotoxinas e a reputação associada à essas rejeições resultam no desvio de comércio internacional.

### **1.2.2. Específicos**

1. Mapear as ocorrências de rejeição de produtos agrícolas contaminados por micotoxinas na UE.
2. Examinar se as rejeições destes produtos por contaminação de micotoxinas resultam no desvio de comércio para outros mercados.
3. Investigar a existência de efeito dinâmico: relação entre rejeições passadas e o desvio presente.
4. Propor uma proxy para capturar o efeito reputacional e verificar se a formação de reputação negativa decorrente de sucessivas rejeições contribui para o desvio de comércio.
5. Investigar se a possível associação entre rejeições e desvio de comércio se altera ao conduzir as estimações para diferentes setores.
6. Verificar se o desvio de comércio ocorre predominantemente para países em

desenvolvimento.

### **1.3. Contribuições**

Esta investigação aprofunda o debate sobre o comércio internacional agrícola ao incorporar o papel das rejeições por micotoxinas como um mecanismo potencial de desvio de comércio, afetando a competitividade dos exportadores em mercados regulados. A análise propõe um avanço ao integrar a teoria de desvio de comércio, tradicionalmente aplicada em contextos tarifários e de acordos comerciais (Bohara, Gawande & Sanguinetti, 2004; Park, 2009; Dai, Yotov & Zylkin, 2014; Pham et al., 2024), ao estudo de barreiras sanitárias e fitossanitárias (medidas SPS), utilizando dados da plataforma RASFF.

Enquanto a maioria dos trabalhos que utilizam o RASFF concentra-se em análises descritivas dos produtos rejeitados (Guardone et al., 2022; Owolabi et al., 2023; Martins & Monteiro, 2024; Eissa, Sebaei & Mohamed, 2024; Eissa & Younes, 2024) ou nos impactos diretos das rejeições sobre o comércio com a UE (Traoré, Latouche & Tamini, 2020), poucos avançaram para considerar como essas rejeições podem reconfigurar padrões comerciais que afetam terceiros países. Cuello et al. (2020) aplicaram a lógica de desvio de comércio a partir do contexto de produtos geneticamente modificados, mas sem focar no efeito reputacional decorrente de rejeições sanitárias. Traoré, Latouche & Tamini (2020) abordaram a noção de reputação, mas de maneira teórica, sem propor uma forma de capturar seus efeitos em um modelo econométrico.

Ao articular elementos da literatura sobre desvio de comércio com a dinâmica das imposições SPS, este trabalho estende a compreensão sobre os fatores que moldam a inserção de exportadores agrícolas em mercados sujeitos a rígidos padrões fitossanitários. A utilização dos dados da plataforma RASFF, de forma aplicada via análise econométrica, permite explorar os efeitos imediatos das rejeições e suas implicações estruturais. Isso ocorre ao evidenciar como episódios recorrentes de não conformidade podem alterar rotas comerciais e afetar o posicionamento internacional dos exportadores agrícolas.

Nesse sentido, este trabalho resgata a noção de que o acúmulo de incidentes pode comprometer a confiabilidade atribuída a um país exportador, levantando a hipótese de que existe componente reputacional associado às recusas reiteradas.

Essa perspectiva abre caminho para a proposta de uma variável capaz de captar esse efeito de forma sistemática.

Assim, o trabalho propõe a aproximação de uma variável reputacional para captar o efeito acumulado das rejeições, avaliando se episódios passados influenciam a imagem do país no mercado mundial, afetando potencialmente suas relações comerciais futuras. A proposta de construção de uma variável reputacional constitui, por si só, uma contribuição à literatura. Ao buscar o efeito acumulado das rejeições, a variável introduz uma dimensão pouco explorada nas análises quantitativas: a percepção de confiabilidade dos exportadores ao longo do tempo. Para além de sugerir essa aproximação empírica, o estudo também examina o grau de sensibilidade das estimações a variações na formulação do regressor reputacional proposto, testando diferentes critérios de acúmulo e janelas temporais. Esse exercício permite aferir a robustez dos resultados e reforça a consistência do argumento de que a reputação, embora de natureza intangível, pode ser mensurada de forma sistemática e relevante no contexto do comércio internacional agrícola.

De forma geral, esse estudo contribui para o aprimoramento das análises sobre barreiras não tarifárias, pois indica como a reputação pode representar elemento determinante na escolha dos mercados de destino e na persistência das relações comerciais. Com isso, oferece subsídios à formulação de políticas e práticas de controle que assegurem a segurança alimentar, conciliando exigências regulatórias e eficiência econômica.

#### **1.4. Hipóteses**

Com base nos objetivos delineados, foram formuladas as seguintes hipóteses de pesquisa:

**Hipótese 1:** As rejeições de produtos agrícolas devido à contaminação por micotoxinas na UE induzem ao desvio de comércio, levando exportadores a redirecionar seus produtos para outros países. Espera-se que o maior desvio ocorra para países em desenvolvimento.

*Justificativa:* Se os exportadores enfrentam regulamentações mais rígidas em determinados mercados, podem optar por direcionar seus produtos para países

onde estas são menos restritivas, resultando em uma alteração nos fluxos comerciais esperados.

**Hipótese 2:** Existe relação positiva entre rejeições passadas e o desvio no presente, devido à intensificação dos procedimentos de inspeção e controle por parte da UE, sobre os produtos de exportadores com históricos recentes de rejeições.

*Justificativa:* Um histórico de rejeições pode induzir os países importadores a aumentarem a vigilância e os controles sobre produtos provenientes de exportadores com registros de rejeição, aumentando a chance de novas rejeições, com decisão dos exportadores em desviar o comércio.

**Hipótese 3:** A reputação negativa de um país exportador, resultante de rejeições passadas, influencia o desvio de comércio no presente, reduzindo suas exportações para a UE e redirecionando-as para outros destinos.

*Justificativa:* A reputação negativa de um país exportador pode afetar suas relações comerciais ao longo do tempo. Quando um exportador acumula histórico de rejeições, os importadores podem intensificar inspeções, exigir certificações mais rigorosas.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS

Esta seção reúne contribuições teóricas e empíricas sobre a dinâmica das rejeições fronteiriças motivadas por inconformidades regulatórias e seus efeitos no comércio internacional de produtos agrícolas, com ênfase especial nas contaminações por micotoxinas. Inicia-se pela análise do contexto das rejeições e seus desdobramentos sobre a reputação dos exportadores (Seção 2.1), prosseguindo com a discussão dos custos relacionados às violações (Seção 2.2). Em seguida, aborda-se o desvio de comércio como resultado potencial das rejeições (Seção 2.3). Por fim, sintetizam-se estudos que avaliam os efeitos de regulamentações específicas sobre micotoxinas no mercado internacional (Seção 2.4).

### 2.1. Conformidade comercial e rejeições fronteiriças

Com a expansão das trocas internacionais de bens, intensificou-se o controle e a fiscalização sobre os produtos importados, especialmente no âmbito das administrações aduaneiras sobre o fluxo de alimentos e rações. A disponibilidade de novas tecnologias de análise, rastreamento e monitoramento possibilitou a identificação de variedade mais ampla de inconformidades, o que culminou no aumento das rejeições de cargas (USITC, 2020). Entre 2010 e 2022, esses eventos totalizaram 5.748 rejeições por micotoxinas, equivalentes à média anual de 442 ocorrências (UNIDO, 2024).

Estudos apontam para relação entre a não conformidade aos padrões de segurança alimentar e as implicações econômicas que decorrem das rejeições (Choudhary & Kumari, 2010; Taniwaki et al., 2019; Martins & Monteiro, 2024; Cardwell, 2024). Em linhas gerais, estima-se que os prejuízos gerados por um lote rejeitado incluem os custos de devolução, destruição ou redirecionamento do produto. Paralelamente, somam-se a estas despesas os montantes requeridos para implementar controles de qualidade rigorosos, inspeções e testes laboratoriais antes dos embarques, além dos gastos adicionais com treinamento de pessoal, melhoria da infraestrutura e monitoramento sistemático ao longo da cadeia produtiva (Henson, Olale, 2010; *United States Department of Agriculture - USDA*, 2003; Cardwell, 2024).

Essas despesas, tanto de prevenção quanto de resposta a violações, exercem efeitos diretos na competitividade do exportador e podem igualmente repercutir na reputação da empresa ou do país de origem. Em casos de recorrência de rejeições, a credibilidade dos fornecedores fica comprometida e suscita fiscalização ainda mais rigorosa em remessas futuras, gerando escalada de custos e incertezas (Beestermöller, Disdier & Fontagné, 2018). Ademais, ao afetar a percepção de risco, as rejeições podem prejudicar as oportunidades comerciais futuras, levando importadores a evitar produtos vindos daquela origem ou a exigir laudos adicionais que encarecem a operação.

Nesse sentido, o efeito reputacional não se restringe à empresa diretamente envolvida na violação, mas afeta todo o conjunto de exportadores que operam em nichos e setores semelhantes, sobretudo quando há compartilhamento de riscos e informações acerca de um mesmo país (Beestermöller, Disdier & Fontagné, 2018). Esse fenômeno tende a ser mais acentuado nos países em desenvolvimento (PED),

onde as exportações agrícolas representam fatias relevantes do Produto Interno Bruto (PIB) e da renda das populações rurais. Nesses países, as rejeições expõem suas deficiências em termos de infraestrutura de armazenagem e transporte, que agravam a probabilidade de contaminação por micotoxinas em ambientes quentes e úmidos (Henson & Olale, 2010; Samyal & Sharma, 2023).

O controle de micotoxinas torna-se efetivo, em grande parte, por meio de limites máximos de resíduos (LMR)<sup>3</sup>. Esses limites obrigatórios, definidos por agências reguladoras, visam garantir que as concentrações das toxinas se mantenham em faixas seguras para a saúde humana e animal (Munasib & Roy, 2011). Um marco importante foi a iniciativa da Comissão Europeia, em 1998, de harmonizar os padrões de aflatoxina entre os Estados membros. Em 2002, as regras foram efetivamente implantadas, impondo limites rígidos à concentração máxima de aflatoxinas em amendoins, milho e outros itens sensíveis (Munasib & Roy, 2011). Esse dispositivo regulatório afetou de modo expressivo os exportadores dos PED, sobretudo os países da África, que enfrentaram dificuldades estruturais e tecnológicas para cumprir tais níveis de segurança (Otsuki, Wilson & Sewadeh, 2001).

Como exemplo, cita-se o Regulamento (CE) Nº 123/2005, voltado à regulamentação da ocratoxina A. Essa norma ampliou os padrões que já incidiam sobre cereais e frutas secas de videira, para outros produtos. Determinou-se, por exemplo, um limite de 5,0 µg/kg para grãos de café torrado e moído, 10,0 µg/kg para café solúvel e 2,0 µg/kg para suco de uva, vinho e outras bebidas derivadas (EC, 2005). Ao mesmo tempo, o Regulamento (CE) Nº 683/2004 inseriu restrições para aflatoxinas B1, M1 e ocratoxina A em fórmulas infantis e no conjunto de ingredientes empregados na fabricação desses alimentos (EC, 2004). Se por um lado essas disposições beneficiaram exportadores já habituados a manter LMR relativamente baixos, por outro, aumentaram os custos de adaptação e a possibilidade de exclusão comercial para aqueles menos preparados<sup>4</sup> (WTO, 2024b).

---

<sup>3</sup> Um LMR é o nível mais alto de resíduo de agrotóxicos, micotoxinas, metais pesados ou outros contaminantes químicos que é legalmente tolerado em alimentos ou rações (FAO, 2025). Disponível em <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/maximum-residue-limits/en/>. Acesso em: 26 de março de 2025.

<sup>4</sup> A China contestou a regulamentação da UE sobre aflatoxinas, argumentando que os novos limites não seriam cientificamente justificáveis, com base nas conclusões do Comitê de Especialistas em Aditivos Alimentares (*Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives – JECFA*), que apontavam níveis anteriores como adequados para garantir a segurança alimentar. Em resposta, a

A adoção de limites rigorosos exige que os PED selecionem cuidadosamente os produtos de melhor qualidade para atender aos mercados mais exigentes, direcionando parte das safras contaminadas ao consumo interno ou para países menos exigentes (Otsuki, Wilson & Sewadeh, 2001, Wu, 2004). Isso eleva o risco de intoxicações agudas ou crônicas nas populações locais (Bao, 2006). Além disso, mesmo as safras de qualidade superior podem ser rejeitadas se não estiverem em linha com o padrão do país importador, se este for mais rigoroso do que o do exportador, levando a perdas diretas e desvio de comércio (Wu, 2004).

Em cenários de implementação de novos limites restritivos, simulações indicam, por exemplo, que China e Argentina poderiam sofrer prejuízos de US\$ 100 milhões se a agência *Food and Drug Administration* (FDA) dos EUA adotasse um LMR de 2 mg/kg para fumonisina no milho. Caso esse limite fosse reduzido a 0,5 mg/kg, em consonância com o padrão europeu, as perdas poderiam chegar a US\$ 300 milhões (Wu, 2004). Eventos similares ocorreram na Tailândia e na Índia<sup>5</sup>, que sofreram reduções em suas exportações de milho e farinha de amendoim devido à dificuldade em atender aos requisitos mais rigorosos de aflatoxinas nos mercados da UE (Jaffee & Henson, 2004).

O custo de destruir bens rejeitados representa ônus assumido integralmente pelo exportador. Quando as mercadorias retidas não podem ser reenviadas ou readequadas, ocorre a perda completa do valor do lote. Em 2001, por exemplo, a necessidade de alinhar as exportações africanas de cereais, frutas secas e castanhas às regulações europeias para aflatoxinas acarretou um custo estimado de US\$ 750 milhões ao ano para esses exportadores (Cardwell, 2024). No Sudeste Asiático, prejuízos análogos para milho e amendoim chegaram a centenas de milhões de dólares anuais (Cardwell, 2024).

---

UE defendeu a medida, afirmando que os estudos do JECFA consideravam apenas a exposição de adultos, enquanto a nova regulamentação visa proteger bebês e crianças. Além disso, alegou que o impacto comercial seria limitado, dado o baixo volume de comércio de alimentos infantis. Disponível em:

<https://tradeconcerns.wto.org/en/stcs/details?imsId=198&domainId=SPS&searchTerm=AFLATOXIN>. Acesso em: 12 de dezembro de 2024.

<sup>5</sup> A Tailândia, que já esteve entre os principais exportadores de milho, enfrentou perdas anuais de cerca de 50 milhões de dólares devido à presença recorrente de aflatoxinas, que depreciaram o valor do produto. Situação semelhante ocorreu com a Índia, que teve seu comércio de farinha de amendoim com a UE reduzido no início dos anos 1980 por não conseguir atender aos padrões mais rigorosos de controle de aflatoxinas (Jaffee e Henson, 2004).

Além das repercussões econômicas imediatas, a não conformidade às normas do país importador prejudica a credibilidade no mercado internacional e pode instaurar barreiras reputacionais para as negociações futuras (Confederação Nacional da Indústria – CNI, 2021). Esse ônus transcende as empresas diretamente vinculadas à carga rejeitada, afetando cadeias inteiras, setores produtivos ou até mesmo regiões de um país. Nesses casos, problemas pontuais de uma firma adquirem amplitude sistêmica, dificultando o acesso de outros agentes do mesmo país a mercados exigentes (CNI, 2021). Tais barreiras, em regra, decorrem de percepções de risco, muitas vezes imprevisíveis ou alimentadas por informações fragmentadas, levando ao aumento das taxas de inspeção, atrasos e custos logísticos (USICT, 2020). Em situações críticas, os exportadores podem ter a licença de embarque temporariamente suspensa, e os importadores podem romper contratos em favor de fornecedores considerados mais confiáveis.

No geral, a estrutura de controles e exigências sanitárias e fitossanitárias, ao mesmo tempo em que busca garantir a segurança alimentar, acarreta custos e riscos aos exportadores. PED são particularmente afetados pelas limitações de infraestrutura e tecnologia, e pelo peso que as exportações agrícolas exercem em suas economias (Henson & Olale, 2010; Wu, 2004). Quando ocorrem rejeições por micotoxinas, as repercussões ocorrem em efeitos cascata, que incluem prejuízos financeiros, redução de oportunidades de mercado, má reputação e, por vezes, reconfiguração dos fluxos comerciais para destinos menos exigentes.

A seção seguinte expõe pesquisas empíricas que avaliaram, de forma direta e quantitativa, os custos comerciais decorrentes da rejeição de produtos fora dos padrões de micotoxinas definidos por países importadores, reforçando como tais custos podem se propagar por toda a cadeia produtiva.

## **2.2. Custos de adequação e de rejeições**

As rejeições por micotoxinas ocorrem com frequência devido ao descumprimento de padrões SPS (Beestermöller, Disdier & Fontagné, 2018, Traoré, Latouche & Tamini, 2020). Cumprir tais requisitos envolve custos de dois tipos: fixos e variáveis. Os custos fixos estão associados ao que Martins (2021) denomina custos de entrada, isto é, adaptações necessárias para viabilizar o início das

exportações de um novo produto em um mercado já existente ou a inserção de um produto corrente em novos destinos. São investimentos não recorrentes, pois ocorrem apenas na fase inicial de adequação às exigências de comércio. Esses custos compreendem a construção ou modernização de instalações de armazenagem e transporte, aquisição de equipamentos para testes específicos, adequações de rotulagem, certificações obrigatórias e emissão de documentos. Além disso, incluem a modernização de instalações de processamento, a implementação de novos sistemas de gestão de processos produtivos e o treinamento da equipe envolvida (Inui, Obashi & Yang, 2024; Indrotristanto et al., 2022).

Em contraste, as despesas variáveis equivalem aos custos marginais ou de ajuste sobre produtos já comercializados em determinados mercados (Martins, 2021). No caso das micotoxinas, esses dispêndios podem incluir o monitoramento contínuo das lavouras, a aplicação de fungicidas ou tratamentos que reduzam a contaminação, a realização rotineira de testes laboratoriais, a manutenção de documentação de rastreabilidade e a obtenção de certificações de inspeção de qualidade para cada remessa (Munasib & Roy, 2011; Inui, Obashi & Yang, 2024). Embora em geral os custos variáveis sejam inferiores aos custos fixos, podem crescer à medida que os regulamentos se tornam mais estritos, pressionando exportadores a dispender recursos adicionais para cumprir os padrões mais rígidos (Munasib & Roy, 2011).

Os efeitos dos custos variáveis sobre as exportações podem ocorrer de três maneiras principais (Beestermöller, Disdier & Fontagné, 2018). Primeiro, pode haver redução no volume de comércio entre parceiros que já superaram os custos de entrada, pois alguns exportadores, principalmente os de menor porte, podem preferir diminuir sua atuação em mercados mais exigentes diante das despesas recorrentes de conformidade. Esse fenômeno foi verificado no comércio entre China e UE, em que empresas menores, mais vulneráveis às incertezas das rejeições, deixaram de exportar para o mercado europeu, culminando em maior concentração das vendas por parte de grandes firmas.

Segundo, em determinadas circunstâncias, os custos de adequação podem se tornar tão onerosos que inviabilizam completamente as exportações de alguns produtores ou até de todo um país, algo verificado no caso de exportadores

africanos de amendoim que, em 2002, não conseguiram atender aos novos níveis de aflatoxinas fixados pela UE, resultando em queda marcante no fluxo de comércio (Beestermöller, Disdier & Fontagné, 2018).

Terceiro, a adoção de regulações mais severas pode causar realocação de mercado, com exportadores direcionando sua produção para destinos domésticos ou países onde as exigências regulatórias são menos rígidas, seja para evitar custos adicionais de adaptação, seja para contornar o risco de nova rejeição.

Essas dinâmicas evidenciam o peso dos custos decorrentes de violações. Martins & Monteiro (2024) destacam que o não atendimento aos padrões estabelecidos pode resultar em destruição ou devolução das mercadorias no ponto de entrada, acarretando despesas de transporte, armazenamento e, com frequência, a perda total do lote, principalmente em casos de produtos perecíveis. Dependendo da gravidade, os exportadores também estão sujeitos a sanções financeiras e multas. Em alguns casos, a carga recusada pode ser redirecionada para outras finalidades (por exemplo, alimentação animal ou compostagem), com valor comercial menor, o que reduz substancialmente a receita do exportador (Martins & Monteiro, 2024).

As violações também afetam toda a cadeia de abastecimento, elevando custos de inspeção em negociações futuras, além de prejudicar a qualidade ou o prazo de validade dos produtos. Na pior hipótese, a recorrência pode levar à suspensão de licenças de exportação ou ao banimento temporário em mercados estratégicos, comprometendo a credibilidade do exportador e do próprio país (Martins & Monteiro, 2024). Embora alguns desses custos sejam, em tese, previsíveis, adicionam um componente de incerteza que pode limitar os fluxos de comércio e impor gastos adicionais não planejados (Beestermöller, Disdier & Fontagné, 2018).

Em termos quantitativos, Focker (2019) avaliou o caso de contaminação por aflatoxina em 2013 que afetou simultaneamente Países Baixos, Alemanha e Bélgica, abrangendo comerciantes de milho, indústrias de ração e produtores de leite. Detectou-se alto teor de aflatoxina M1 (AFM1) em leite cru oriundo de algumas fazendas leiteiras desses países, originado de milho contaminado com aflatoxina B1 (AFB1), proveniente da região do Mar Negro, processado em ração. Como a contaminação foi identificada nos estágios finais da cadeia de suprimento, foi

necessário recolher grandes quantidades de ração, afetando diversos agentes econômicos. As perdas chegaram a €51 milhões, sendo cerca de 71% atribuídas aos comerciantes de milho, em média €37 milhões. Outros 28% (€14 milhões) recaíram nos fabricantes de ração, ao passo que o setor leiteiro ficou com apenas 1% das perdas, aproximadamente €98 mil (Focker, 2019).

Nos EUA, Wu (2007) analisou as implicações econômicas das micotoxinas na alimentação animal, com foco na fumonisina no milho, considerando cenários de incidência “normal” e “crítica” do fungo *Fusarium*. No ano “normal”, as perdas por rejeições do milho variaram entre US\$ 917 mil e US\$ 19,3 milhões, enquanto a mortalidade de cavalos em decorrência da leucoencefalomalácia equina (ELEM)<sup>6</sup> custou cerca de US\$ 126 mil. Na hipótese de surto severo, as perdas poderiam oscilar entre US\$ 27,5 milhões e US\$ 45,8 milhões, praticamente todas ligadas ao descumprimento dos padrões domésticos SPS definidos pela agência reguladora FDA, e não a restrições do mercado externo (Wu, 2007).

Esta seção revisou estudos que realizaram análises descritivas ou estimaram os custos associados à contaminação por micotoxinas. Na próxima seção, são discutidos os efeitos comerciais resultantes das rejeições nas fronteiras.

### **2.3. Impactos do desvio de comércio causados pelas rejeições fronteiriças**

Mudanças nas políticas regulatórias de um grupo de países podem provocar alterações indiretas sobre os fluxos comerciais de outras nações, resultando em reconfigurações nos destinos e parceiros de exportação (Hoekman & Kostecki, 2009). Esse fenômeno é estabelecido como desvio de comércio e, no contexto deste estudo, ocorre quando os custos de conformidade para atender normas mais rigorosas se tornam elevadas a ponto de inviabilizar ou desestimular o atendimento às exigências do país importador. Diante desse quadro, exportadores tendem a redirecionar mercadorias para mercados onde as imposições regulatórias são menos estritas, reduzindo possíveis perdas (Cuello et al., 2020).

Embora o desvio de comércio seja frequentemente associado a medidas

---

<sup>6</sup> Doença neurológica grave em cavalos, causada pela ingestão de fumonisina, comum em milho mal armazenado. Trata-se de uma micotoxicose que afeta o sistema nervoso central, levando à degeneração cerebral e sintomas como desorientação, cegueira e morte. A ELEM exemplifica os efeitos nocivos das micotoxinas na saúde animal e nas perdas econômicas da produção agropecuária.

protecionistas clássicas (como tarifas e cotas) ou a promulgação de acordos comerciais ou blocos econômicos (Bohara, Gawande & Sanguinetti, 2004; Park, 2009; Dai, Yotov & Zylkin, 2014, Pham et al., 2024), exigências regulatórias também podem atuar como barreiras restritivas.

Isso fica claro quando um país adota normas mais rígidas do que as do exportador ou que excedem as diretrizes de referência, como as da Organização Mundial do Comércio (OMC), Codex Alimentarius, Convenção Internacional de Proteção dos Vegetais ou da Organização Mundial de Saúde Animal (Martins, 2021). Tais mudanças podem limitar o comércio de produtos que não conseguem atender aos padrões mais elevados, afetando diretamente os custos de adaptação e conformidade (Martins, 2021).

Um exemplo que ilustra essa dinâmica envolve a preocupação levantada pela Índia em relação à Rússia, que reclassificou “chás” como se fossem “frutas e vegetais”. Ao aplicar as normas destinadas a frutas e hortaliças ao chá, foram impostos padrões mais rigorosos para aflatoxina B1 sobre esse produto, elevando os custos de exportação para os produtores indianos. Em resposta, o comércio de chá passou a ser direcionado a mercados com exigências menos restritivas. De forma semelhante, a imposição de um limite de 5 partes por bilhão (ppb) de micotoxinas pela *China Food and Drug Administration* (CFDA) para cafés torrados, moídos e instantâneos, considerado arbitrário pela Índia por suposta ausência de base científica, levou os exportadores a buscarem alternativas para posicionar suas exportações (WTO, 2024c).

Bown e Crowley (2007) examinaram como medidas restritivas, como antidumping e salvaguardas, alteram os custos relativos enfrentados pelos exportadores, distorcendo os fluxos de comércio mundial. A imposição dessas medidas por um importador cria diferentes cenários de resposta dos exportadores. Por exemplo, quando um país adota uma medida antidumping contra um outro, há um encarecimento dos produtos do exportador para o mercado do país que impôs a medida, levando a uma redução das exportações para esse destino (destruição de comércio). Ao mesmo tempo, a medida pode favorecer a entrada de exportações de outros países, nomeadamente aqueles que conseguem cumprir os padrões exigidos, aumentando suas exportações para o mesmo mercado (criação de comércio). Ademais, os exportadores que sofrem com as restrições podem redirecionar parte

de sua oferta para mercados com regras menos rigorosas (desvio de comércio), embora isso nem sempre compense as perdas no mercado originalmente afetado, levando à depressão comercial em determinados destinos.

Essa situação pode ser aplicada no contexto deste estudo, no qual regulamentos de conformidade de segurança alimentar para micotoxinas, alteram os incentivos competitivos dos exportadores, forçando-os a realocar sua produção para mercados onde os custos de conformidade sejam menores (figura 1). Um regulamento mais estrito aplicado por um país A, por exemplo, UE, pode gerar quatro desdobramentos comerciais: (i) destruição de comércio, com a redução das remessas do país B (Índia), exportador; para A (UE), (ii) criação de comércio, com aumento das exportações de C (EUA) para A (UE), sendo C exportador alternativo que conforma com os regulamentos rigorosos de A (UE), substituindo B (Índia), (iii) desvio, com redirecionamento das exportações de B (Índia) para D (Colômbia), um importador com padrões regulatórios mais brandos, compensando parcialmente as perdas em A (UE); e (iv) depressão do comércio, decorrente da redução das exportações de C (EUA) para D (Colômbia), decorrente das condições desencadeadas pelas políticas iniciais.

**Figura 1:** Simulação da dinâmica comercial quando um país (UE) impõem um regulamento mais rigoroso em termos de segurança alimentar.



Fonte: Elaboração própria.

Baylis & Perloff (2010) analisaram os efeitos de uma restrição voluntária de preços (RVP) imposta às exportações mexicanas de tomates para os EUA. A adoção da RVP a pedido dos produtores norte-americanos, reduziram as exportações mexicanas de tomate fresco para o país em 44.400 toneladas. Essa redução ampliou a participação de outros fornecedores nos EUA, como os canadenses. Além disso, mais da metade do volume anteriormente destinado à exportação de tomate fresco foi redirecionado pelo México à produção de pasta de tomate, resultando em um crescimento das exportações desse produto para os EUA.

Esses exemplos mostram que, embora as políticas restritivas possam se restringir a dois atores (por exemplo, países A e B), os efeitos se propagam de maneira mais ampla, alterando os fluxos comerciais de outros países ou produtos. Jaffee (2005) reforça que apenas uma fração dos bens rejeitados é destruída em geral, os produtos são recondicionados, reexportados ou destinados a mercados nacionais ou internacionais menos exigentes.

Com exceção de Baylis et al. (2011), Cuello et al. (2020) e Traoré, Latouche & Tamini (2020), há número limitado de estudos focando explicitamente o desvio de comércio decorrente de rejeições de produtos alimentares. Baylis et al. (2011)

investigaram se normas de segurança alimentar, atuando como barreiras não tarifárias no setor de frutos do mar, induzem desvio de comércio. Suas evidências (1998 a 2008) apontam para o redirecionamento do comércio após rejeições da UE, principalmente para produtos sujeitos a infrações consideradas “menos graves” (por exemplo, rotulagem incorreta). No caso de infrações mais graves, como a presença de toxinas, é menos provável ocorrer o desvio para outros mercados. Os resultados demonstram que as exportações desviadas são direcionadas para países desenvolvidos com maior potencial de mercado para frutos do mar, embora não de forma exclusiva.

Cuello et al. (2020) recorreram aos dados do portal RASFF de 2008 a 2014, identificando 191 rejeições na categoria de “Alimentos e Rações Geneticamente Modificadas (GM) e Novos Alimentos” (incluindo preparações alimentares, mamão, farinha de milho, cereais, nozes, sementes e frutose). A rejeição pela UE induziu aumentos de 3,2% nas exportações para outros mercados no caso do mamão, 2,6% na frutose e 1,8% em cereais. O fenômeno aparece com maior intensidade nos exportadores que acumulam múltiplas rejeições, sugerindo que o desvio de comércio mitiga parte dos prejuízos financeiros sofridos, ao direcionar produtos para nações com menor rigor regulatório (Cuello et al., 2020).

Traoré, Latouche & Tamini (2020) exploram em profundidade a relação entre a quantidade de rejeições nas fronteiras, interpretadas como indicador de reputação de exportadores africanos, e seus efeitos de desvio de comércio. Seus resultados mostram que as rejeições reduzem o número de parceiros comerciais e o volume das exportações na UE, resultando em desvios de comércio para mercados considerados menos exigentes ou menos propensos a aplicar restrições. Nesse cenário, sucessivas rejeições sinalizam a incapacidade do fornecedor de cumprir padrões sanitários e fitossanitários, minando a confiança dos importadores da UE.

Traoré, Latouche e Tamini (2020) apoia-se nos efeitos de “spillover”: rejeições em um produto prejudicam o desempenho comercial de outros bens correlatos. No entanto, também há uma tendência à concentração, quando certos exportadores, ao enfrentar rejeições, concentram suas vendas em um subconjunto de destinos alternativos, elevando o valor total exportado. Essa dinâmica reflete os ajustes estratégicos das empresas para escapar de ambientes regulatórios mais restritivos, confirmando o papel da reputação na conformação dos fluxos comerciais.

Estudos alternativos, voltados a sanções econômicas, embora não abordem exatamente rejeições fitossanitárias, mostram efeitos similares no redirecionamento de rotas. Kim et al. (2023) analisam como as sanções ocidentais impostas à Rússia, a partir de 2014, redesenharam o comércio global de frutos do mar. Nesse contexto, países ocidentais suspenderam ou reduziram importações russas, levando a Rússia a intensificar acordos com países não sancionados.

Hu e He (2020) analisaram o desvio em nível micro (firma-mercado) sob a influência de medidas não tarifárias (MNTs) para exportadores chineses no período de 2003 a 2011. Seus resultados mostram impacto negativo das MNTs sobre a entrada de novos mercados e reforçam que firmas com menor número de parceiros comerciais, ou com maior dependência de bens processados, enfrentam maiores dificuldades para expandir suas vendas internacionais em ambientes de alta complexidade regulatória.

Por fim, as rejeições podem acarretar redirecionamento de bens para mercados menos rigorosos, gerando alterações no número de parceiros e, às vezes, no próprio valor comercializado. Isso reflete o desvio de comércio, cuja intensidade varia conforme a capacidade de adaptação dos produtores e a severidade das regulamentações aplicadas. Na próxima seção, discute-se como as normas relativas às micotoxinas afetam de maneira essas dinâmicas, podendo reforçar ou atenuar o fenômeno do desvio comercial.

## **2.4. Efeitos das regulamentações relacionadas à micotoxinas**

Em contextos de integração econômica regional, como a UE, o Mercosul e a Parceria Econômica entre Austrália e Nova Zelândia, por exemplo, pressupõe-se que os países avancem em direção à harmonização regulatória, incluindo a adoção de limites máximos comuns para contaminantes como micotoxinas. No entanto, apesar dos esforços institucionais para uniformizar tais normas, nota-se a persistência de diferenças regulatórias entre os membros dos blocos e os demais parceiros comerciais, atribuídas, em grande parte, à ausência de mecanismos coordenados e transparentes de elaboração normativa a nível global (Freire et al., 2007). Nos PED, particularmente aqueles em situação de insegurança alimentar, os regulamentos são frequentemente inexistentes ou, quando formalmente estabelecidos, enfrentam limitações na implementação efetiva.

Casos específicos ilustram a diversidade regulatória. A Nova Zelândia adota regulamentações distintas daquelas vigentes em países vizinhos, como a Austrália e a China. Esta última, juntamente com a República Islâmica do Irã, possui algumas das legislações mais detalhadas da Ásia. Em contrapartida, a UE estabelece limites harmonizados<sup>7</sup> para diferentes micotoxinas, mas seus padrões divergem do resto do mundo em termos de rigor relativo, já que a UE é um mercado particularmente mais exigente do que a média mundial (Freire et al., 2007, Martins, 2021).

No caso da castanha-do-Brasil, a UE implementou, em 2003, o Regulamento (CE) nº 493/2003, estabelecendo condições especiais para a importação do produto com casca proveniente do Brasil (EC, 2003). Como resultado direto, as exportações brasileiras desse item caíram 91,78% para o mercado europeu, entre 2003 e 2004. Os lotes rejeitados foram redirecionados ao mercado interno, onde a medida fitossanitária é menos rigorosa (Bittencourt et al., 2012).

Na América do Norte, os limites estabelecidos pelos EUA e Canadá são individuais para a soma das aflatoxinas B1, B2, G1 e G2 em alimentos<sup>8</sup>. Enquanto os EUA tem limite máximo permitido de 20 µg/kg para alimentos, no Canadá esse limite é de 15 µg/kg para nozes e 20 µg/kg para rações para gado e aves (Freire et al., 2007; Alshannaq e Yu, 2017). No Mercosul, houve avanços na harmonização regulatória, embora a legislação do Uruguai seja mais detalhada em relação a dos demais parceiros (Freire et al., 2007).

Em âmbito internacional, a OMS e a FAO conduzem avaliações de risco por meio do Comitê Conjunto de Especialistas em Aditivos Alimentares (JECFA), cujas recomendações subsidiam a formulação de padrões pelo Codex Alimentarius (WHO, 2023). Embora a OMC estimule que os países adotem padrões harmonizados, estes mantêm o direito soberano de estabelecer suas próprias normas com base em prioridades nacionais de saúde e segurança alimentar (Martins, 2021).

O efeito dessas normas heterogêneas sobre o comércio é ambivalente. Conforme discutido por Kallummal, Mendiratta & Sangita (2018), tanto países desenvolvidos (PD) quanto PED têm recorrido com maior frequência a regulamentos

---

<sup>7</sup> Equivalentes para todos os países membros do bloco.

<sup>8</sup> As aflatoxinas B1, B2, G1 e G2 se distinguem entre si pela fluorescência que emitem. As aflatoxinas B1 e B2 apresentam fluorescência azul-violeta, enquanto G1 e G2 fluorescência azul-esverdeada, quando analisadas por cromatografia em camada delgada sob luz ultravioleta a 365 nm. Entre elas, a aflatoxina B1 é a mais tóxica, podendo ser letal tanto para seres humanos quanto animais (Iamanaka, Oliveira & Taniwaki, 2010).

técnicos no setor agroalimentar. Tais normas podem promover a confiança entre parceiros comerciais, ao reduzir assimetrias de informação, mas também podem gerar custos adicionais, dificultando o acesso de exportadores aos mercados regulados (Santeramo & Lamonaca, 2019).

A UE adota alguns dos limites mais restritivos do mundo. Wu (2008) examinou os impactos econômicos desses padrões por meio de dois estudos de caso, envolvendo as exportações dos EUA de pistaches e amêndoas. Em 1998, a EU estabeleceu o limite de 15 ng/g de aflatoxinas para amendoins e de 4 ng/g para outros frutos secos (noz), exceto amendoim. Embora ambas as categorias pertençam ao grupo das nozes, a indústria de pistaches se adaptou melhor às exigências europeias, aumentando em quase cinco vezes o valor de mercado das exportações para o mercado europeu, após a entrada em vigor do limite de 4 ng/g. Por outro lado, as amêndoas norte-americanas enfrentaram sucessivas rejeições pelo sistema RASFF a partir do limite de 15 ng/g, acumulando mais de 50 notificações entre 2005 e 2007, com custos médios de US\$ 10.000 a US\$ 15.000 por rejeição.

O estudo mostrou que outros exportadores também se beneficiaram das normas rigorosas adotadas pela UE. À época, o Irã adotava domesticamente altos níveis de aflatoxina em pistaches, o que levou a uma proibição das importações do produto iraniano. A partir dessa medida restritiva, a indústria de pistaches executou alterações no manejo das nozes a fim de reduzir a contaminação pela micotoxina. A adoção de tecnologias pré e pós-colheita elevou a qualidade do produto e o valor das exportações para outros países além da EU. Hong Kong, por exemplo, apresentava um padrão de 15 ng/g (padrão menos estrito do que da EU), e tornou-se o principal importador de pistache do Iraque, possivelmente devido a uma melhoria na percepção de qualidade (Wu, 2008).

Resultados semelhantes foram observados no estudo de Sansi (2021), que utilizou um modelo gravitacional para examinar o comércio bilateral de grãos de cacau entre 11 países da África Subsaariana e a UE. Os achados indicaram que se a EU adotasse o limite de 9 µg/kg, recomendado pelo Codex para a Aflatoxina B1, o valor das exportações africanas teria elevado em US\$ 4,5 bilhões em 2010, evidenciando as perdas ocasionadas pela não-harmonização europeia com os padrões recomendados pela OMC. Essa situação destacou a importância da

harmonização dos padrões entre os parceiros comerciais dos países da região, alinhando-os com as normas internacionais recomendadas pelo Codex.

A análise de Vural & Akgüngör (2019), que combinou modelo gravitacional com estimativas de bem-estar, confirmou que regulamentações mais rígidas reduzem o valor do comércio. A análise focou na assimetria das regulamentações da UE sobre os LMR de aflatoxina para frutas secas. O estudo contemplou 45 exportadores entre 2002 e 2016. Os resultados revelam que, no geral, a adoção de regulamentações mais rígidas pelos importadores prejudica o desempenho comercial dos exportadores. Entretanto, pode gerar ganhos de bem-estar para os alguns países, particularmente aqueles de maior renda, que têm mais capacidade de conformar aos padrões mais elevados, elevando seus lucros e melhorando seu nível de bem-estar.

Esta seção analisou as normas relativas a micotoxinas revela que, embora destinadas à proteção da saúde pública, as divergências regulatórias entre países e blocos econômicos afetam diretamente o desempenho comercial de exportadores, particularmente daqueles com menores capacidades institucionais e técnicas. A próxima seção apresenta a metodologia adotada para a realização deste estudo.

### **3. METODOLOGIA**

Esta seção está organizada em quatro subseções. A primeira apresenta o modelo gravitacional teórico, enquanto a segunda apresenta a abordagem empírica utilizada no estudo. A terceira fornece os exercícios de sensibilidade por meio de análises de robustez e, por fim, a quarta subseção descreve as fontes dos dados.

#### **3.1. Fundamentos teóricos do modelo gravitacional**

O modelo gravitacional converteu-se na principal estrutura de análises de equilíbrio parcial dos fluxos de comércio internacional, consolidando-se como referência para mensurar os efeitos de políticas comerciais e outros fatores determinantes do comércio bilateral, tanto em nível agregado quanto setorial e de produto. Sua ampla adoção decorre da clareza intuitiva, do alto poder preditivo e de seus alicerces teóricos, que expressam consonância entre a teoria gravitacional econômica e a evidência empírica (Yotov, 2021).

Esse arcabouço fundamenta-se na Lei da Gravidade de Newton, segundo a qual a força de atração entre dois corpos é diretamente proporcional às suas massas e inversamente proporcional à distância. No contexto do comércio internacional, o volume de trocas entre dois países é proporcional ao tamanho de suas economias (medido pelo PIB) e inversamente proporcional à distância geográfica. Dessa forma, mercados maiores e geograficamente próximos tendem a exibir fluxos comerciais mais intensos, refletindo o princípio de atração observado na física (Yotov et al., 2016).

As primeiras aplicações desse raciocínio na economia remontam a Ravenstein (1885), que analisou fluxos migratórios, e a Tinbergen (1962), que voltou-se para análises dos fluxos comerciais. Na formulação original de Tinbergen (1962), o modelo gravitacional media os efeitos do comércio em função do potencial econômico dos países parceiros (PIB). Ainda que tenha representado um avanço teórico, faltava-lhe um arcabouço econômico mais consolidado (Yotov et al., 2016).

Anderson (1979) foi pioneiro ao prover uma sustentação teórica para a equação gravitacional, ao partir da hipótese de diferenciação de produtos pelo local de origem, fundamentada em uma função de utilidade de Elasticidade de Substituição Constante (CES). Com base em pressupostos de concorrência monopolística e economias de escala internas, o autor incorporou as barreiras comerciais (como tarifas), e a distância, como *proxy* para custos de transporte, demonstrando a relevância do modelo na determinação dos fluxos de comércio.

Posteriormente, Bergstrand (1985) e Deardorff (1998) contribuíram para o amadurecimento do modelo proposto por Tinbergen (1962). Bergstrand (1985) abordou aspectos metodológicos importantes na estimação do modelo gravitacional, discutindo especificação funcional, endogeneidade e métodos para mensurar a distância, o que tornou o modelo mais consistente. Já Deardorff (1998) revisitou e ampliou as bases microeconômicas do modelo, incorporando variáveis relativas a afinidades culturais e institucionais, além da distância, reforçando sua versatilidade na análise do comércio internacional.

O modelo manteve sua evolução, incorporando novos fatores e refinando seus fundamentos para capturar com maior precisão as complexidades do comércio global. Um estudo de grande relevância nesse desenvolvimento foi apresentado por Anderson & van Wincoop (2003), que proporcionou uma estrutura teórica

consistente para o modelo, enfrentando as limitações anteriores. Com base em condições de equilíbrio geral, concorrência monopolística e economias de escala internas, os autores partiram do pressuposto de que exportadores e importadores agem de forma a otimizar suas decisões de comércio, considerando custos e preferências dos consumidores, os quais valorizam a diversidade de produtos.

A distinção entre custos de exportação e importação evidenciou que esses fatores podem exercer efeitos distintos nas transações entre países, o que explica a persistência de fluxos mesmo em cenários de grandes distâncias ou barreiras tarifárias (Anderson & van Wincoop, 2003). O sistema de demanda utilizado no modelo decorre de uma função de utilidade CES, na qual os consumidores de países importadores maximizam a utilidade sujeita a restrições orçamentárias. Adicionalmente, foram incorporados os termos de resistência multilateral interna e externa. O resultado da maximização gera uma equação não linear, expressa de forma estrutural na equação (1):

$$X_{ij} = \frac{E_j Y_i}{Y} \left( \frac{\tau_{ij}}{P_j \Pi_i} \right)^{1-\sigma} e_{ij} \quad (1)$$

$$(\Pi_i)^{1-\sigma} = \sum_j \left( \frac{\tau_{ij}}{P_j} \right)^{1-\sigma} \frac{E_j}{Y} \quad (2)$$

$$(P_j)^{1-\sigma} = \sum_i \left( \frac{\tau_{ij}}{\Pi_i} \right)^{1-\sigma} \frac{Y_i}{Y} \quad (3)$$

$X_{ij}$  representam as exportações do país  $i$  para o país  $j$ ;  $Y_i$  e  $Y$  correspondem, respectivamente, à produção do país  $i$  e à produção mundial agregada;  $E_j$  é o dispêndio do país  $j$ ;  $\sigma$  indica a elasticidade de substituição entre produtos de diferentes países,  $\tau_{ij}$  descreve os custos comerciais enfrentados pelos exportadores do país  $i$  para vender ao país  $j$ ;  $e_{ij}$  é o termo de erro aleatório e  $P_j$  e  $\Pi_i$  são os índices de preços de cada economia  $j$  e  $i$ , caracterizados como termos de resistência multilateral (TRM) (Anderson & van Wincoop, 2004).

Nos modelos gravitacionais de comércio, os TRM podem ser interpretados como a média da incidência de custos enfrentados por compradores de um país  $i$  e vendedores de  $j$ , exibindo relação inversa com os fluxos de comércio (Carneiro et al., 2022). Yotov et al. (2016) definem a resistência multilateral externa ( $\Pi_i$ ) como a média ponderada de todos os custos comerciais bilaterais que incidem sobre os produtores de cada país. Isso equivale a dizer que cada país  $i$  exporta sua produção

para um único mercado mundial, arcando com custos relacionados à oferta. Por outro lado, a resistência multilateral interna ( $P_j$ ) é a média ponderada de todos os custos comerciais bilaterais enfrentados pelos consumidores de cada região, pois cada país  $j$  adquire bens de um mercado mundial único, absorvendo custos do lado da demanda (Yotov et al., 2016).

A ausência dos TRM em modelos gravitacionais tradicionais gera problemas econométricos porque, por construção, se correlacionam aos demais custos de comércio  $\tau_{ij}$ . Se ignorados, há viés de variável omitida (Carneiro et al., 2022). Para tornar a equação gravitacional (1) aplicável à estimação empírica, definem-se  $n_i = \ln(Y_i/\Pi_i^{1-\sigma})$ ,  $m_j = \ln(E_j/P_j^{1-\sigma})$ . Em seguida, especificam-se os custos bilaterais de comércio como  $\ln t^{1-\sigma} = \beta' \Pi_{ij} + \gamma' G_{ij}$ , em que  $G_{ij}$  é um vetor que abrange variáveis geográficas e histórico-institucionais, e  $\Pi_{ij}$  inclui medidas de políticas comerciais impostas por  $j$  que afetam as exportações provenientes de  $i$  (Carneiro et al., 2022). Assim, a equação gravitacional resulta em (4), uma forma ajustada para estimativas empíricas:

$$X_{ij} = \exp(n_i + m_j + \beta' \Pi_{ij} + \gamma' G_{ij}) e_{ij} \quad (4)$$

em que  $e_{ij}$  é um termo de erro estocástico,  $n_i$  são efeitos fixos do exportador e  $m_j$  são efeitos fixos do importador. Esses efeitos fixos controlam os TRM nos modelos empíricos ao absorver qualquer variável comum a todos os exportadores ou a todos os importadores, evitando viés de variável omitida. Entretanto, ressalta-se que essas variáveis absorvem quaisquer outras medidas de políticas não discriminatórias, a exemplo de tarifas médias ou subsídios à exportação, sem variações por produto (Carneiro et al., 2022).

O modelo gravitacional estrutural diferencia-se do modelo tradicional, conforme demonstrado por Anderson (2011). Sua característica de separabilidade permite sua aplicação a classes de produtos. Dessa forma,  $X_{ij}^k$  passa a representar os fluxos bilaterais de um produto específico  $k$ . Nesse contexto, os efeitos fixos de exportador e importador tornam-se efeitos fixos de exportador-produto  $n_i^k$  e importador-produto  $m_j^k$  (Carneiro et al., 2022).

Essa abordagem também se estende ao componente temporal, possibilitando analisar a evolução dos fluxos comerciais ao longo do tempo. Nesse caso, a

equação gravitacional pode considerar fluxos bilaterais de comércio não só por país e produto, mas também por período  $t$ . Assim,  $X_{ij,t}^k$  indica o fluxo bilateral do produto  $k$  entre  $i$  e  $j$  no período  $t$ , implicando efeitos fixos de exportador-produto-ano  $n_{i,t}^k$  e importador-produto-ano  $m_{j,t}^k$  (Carneiro et al., 2022).

Com essas duas dimensões adicionais (produto e tempo), torna-se viável explorar dados em painel, o que, além de aumentar a eficiência dos estimadores, permite examinar políticas não discriminatórias que variam no decorrer dos anos. A equação gravitacional adquire, então, a forma (1.a):

$$X_{ij,t}^k = \frac{Y_{i,t}^k E_{j,t}^k}{Y_t} \left( \frac{\tau_{ij,t}^k}{\Pi_{i,t}^k P_{j,t}^k} \right)^{1-\sigma} \quad (1.a)$$

e, em sua versão ajustada (4), converte-se em:

$$X_{ij,t}^k = \exp(n_{i,t}^k + m_{j,t}^k + \beta' \Pi_{ij,t}^k + \gamma' G_{ij,t}^k) e_{ij,t}^k \quad (4.a)$$

Na equação (4.1), os efeitos fixos exportador-produto-ano e importador-produto-ano atuam como *dummies* que absorvem qualquer variação em variáveis definidas na mesma dimensão<sup>9</sup>. O vetor  $\Pi_{ij,t}^k$  inclui, de modo geral, variáveis bilaterais geográficas e histórico-institucionais (distância em logaritmo, fronteira comum, língua e passado colonial compartilhados, entre outras). Já o vetor  $G_{ij,t}^k$  considera todas as medidas de política que variam em nível bilateral, como tarifas preferenciais, acordos de livre comércio, tipos de MNTs, etc.

Por fim, para Anderson & van Wincoop (2004), as aplicações empíricas costumam supor que os custos comerciais bilaterais são função de um conjunto de variáveis observáveis  $Z_{ij}^m$ :

$$t_{ij} = \prod_{k=1}^k (Z_{ij}^m)^{\gamma_m} \quad (5)$$

<sup>9</sup> Por exemplo, a produção de amêndoas de um país exportador A em 2024, varia ao longo da dimensão exportador-produto-ano, a mesma dimensão associada ao efeito fixo  $n_{it}^k$ . Dessa forma, ao incluir esse efeito fixo na estimação, tanto essa variável quanto qualquer outras que apresentem a mesma dimensão são absorvidas pelas *dummies* que representam esse efeito fixo, impossibilitando a identificação de seus coeficientes. A inclusão simultânea da variável e do respectivo efeito fixo acarreta um problema de multicolinearidade perfeita, resultando na exclusão automática da variável da regressão.

em que  $Z_{ij}^m$  abrange um conjunto de variáveis bilaterais geográficas e histórico-institucionais que influenciam os custos de comércio, a exemplo de distância, fronteira, idioma comum e relações coloniais. Formalmente  $Z_{ij}^m = 1$ , indica a ausência de custos comerciais associados àquela variável  $m$ , a qual representa diferentes fatores que impactam os custos bilaterais (Anderson e van Wincoop, 2004).

### 3.2. Abordagem empírica

#### 3.2.1 Estimações gerais

A estimação dos parâmetros é realizada com base em um painel de dados estruturado em quatro dimensões: país importador, exportador, produto e ano. Os fluxos comerciais são bilaterais e a base é balanceada, ou seja, todas as unidades da amostra possuem observações para todos os períodos considerados. A base contempla informações sobre o comércio de 438 produtos agrícolas<sup>10</sup>, desagregados ao nível de seis dígitos, conforme a nomenclatura do Sistema Harmonizado de 2007 (HS2007). O período de análise compreende os anos de 2008 a 2023: o ano inicial marca o início dos registros sistemáticos de rejeições pelo sistema RASFF, enquanto o ano final corresponde ao limite de disponibilidade dos dados comerciais utilizados.

A amostra inclui 53 países exportadores ( $i = 53$ ), os quais respondem conjuntamente por aproximadamente 95% das exportações mundiais dos produtos considerados. Do lado da demanda, são incluídos 65 importadores ( $j = 65$ ), que concentram cerca de 95% das importações globais desses mesmos produtos, segundo dados do *World Integrated Trade Solution* (WITS, 2025). A tabela 1, apresentada no apêndice, lista os países incluídos e suas respectivas participações no comércio internacional. A partir do modelo gravitacional estrutural, estima-se o efeito das rejeições sobre o desvio de comércio. A formulação do modelo assume

---

<sup>10</sup> Com exceção dos produtos classificados nos capítulos HS06 (Plantas vivas e produtos de floricultura), HS14 (Matérias para entrançar e outros produtos de origem vegetal) e alguns itens do capítulo HS15 (gorduras e óleos de origem animal ou vegetal e seus produtos de clivagem; gorduras alimentícias preparadas; ceras de origem animal ou vegetal), exceto os de origem vegetal, que foram excluídos por não estarem sujeitos à contaminação por micotoxina.

uma forma multiplicativa, conforme expressa a equação (6):

$$x_{jikt} = \exp(\beta_0 + y_{ikt} + y_{jkt} + y_{ij} + \beta_1 \ln UERejects_{ikt} + \beta_2 \ln(1 + tariff_{ijkt}) + \beta_3 RTA_{ijt}) \varepsilon_{ijtk} \quad (6)$$

em que  $x_{ijkt}$  denota as importações<sup>11</sup> do país  $j$ , originadas do país  $i$  referentes ao produto  $k$  no ano  $t$ . As variáveis  $y_{ikt}$ ,  $y_{jkt}$  e  $y_{ij}$  correspondem, respectivamente, aos efeitos fixos para exportador-setor-ano, importador-setor-ano e par de países, de modo que esses termos absorvem os fatores de resistência multilateral previstos pela teoria gravitacional. A variável  $UERejects_{ikt}$  representa o número de rejeições notificadas pela UE sobre o produto  $k$  do país  $i$  no ano  $t$ ;  $tariff_{ijkt}$  é a tarifa efetivamente aplicada pelo país  $j$  ao produto  $k$  do país  $i$  no ano  $t$ ;  $RTA_{ijt}$  é uma *dummy* que assume valor 1 quando os países  $i$  e  $j$  compartilham um acordo comercial no ano  $t$ ;  $\varepsilon_{ijtk}$  é o termo de erro.

Para capturar efeitos dinâmicos associados às rejeições, a equação (6.a) expande o modelo original (6) e permite verificar se as rejeições registradas em períodos anteriores ( $UERejects_{ikt-1}$  e  $UERejects_{ikt-2}$ ) influenciam o fluxo comercial atual:

$$x_{jikt} = \exp(\beta_0 + y_{ikt} + y_{jkt} + y_{ij} + \beta_1 \ln UERejects_{ikt} + \beta_2 \ln UERejects_{ikt-1} + \beta_3 \ln UERejects_{ikt-2} + \beta_3 \ln(1 + tariff_{ijkt}) + \beta_4 RTA_{ijt}) \varepsilon_{ijtk} \quad (6.a)$$

A inclusão das defasagens  $t - 1$  e  $t - 2$  em (6.a), concomitante à rejeição no período atual ( $t$ ), permite verificar se os efeitos gerados pelas rejeições passadas se prolongam, sugerindo mecanismos de persistência. Tais efeitos podem ocorrer em razão de fatores reputacionais ou de requisitos mais rigorosos impostos pelos países importadores, como aumento de inspeções ou exigências adicionais de certificação. Com isso, mesmo após a resolução do episódio original de não conformidade, o comércio pode ser afetado pela memória regulatória dos parceiros.

<sup>11</sup> Nas análises baseadas na equação gravitacional, é comum a utilização dos dados de importação como variável dependente. Essa escolha se justifica pela maior confiabilidade dessas estatísticas em comparação aos dados de exportação, uma vez que as administrações aduaneiras tendem a monitorar com mais rigor as importações, especialmente devido à frequente aplicação de tarifas (Yotov et al., 2016).

A equação (7) investiga um possível padrão reputacional atrelado às rejeições. A hipótese central é que um histórico extenso de rejeições pode gerar reputação negativa e, em consequência, desviar fluxos comerciais. O procedimento inicial estabelece um limiar para identificar observações com número elevado de rejeições ao longo do período, tendo como referência a média de notificações para cada produto e país exportador<sup>12</sup>. Em seguida, constrói-se a variável  $Reputation_{ikt}$ , que assume valor 1 sempre que, por cinco anos consecutivos, o volume de rejeições ultrapassa a média definida:

$$x_{jikt} = \exp(\beta_0 + y_{ikt} + y_{jkt} + y_{ij} + \beta_1 Reputation_{ikt} + \beta_2 \ln(1 + tariff_{ijkt}) + \beta_3 RTA_{ijt}) \varepsilon_{ijtk} \quad (7)$$

A variável  $Reputation_{ikt}$  é uma medida de “má reputação”, que permite distinguir eventos pontuais de um histórico permanente de inconformidade, fornecendo uma perspectiva de longo prazo sobre a trajetória exportadora e a forma como essa trajetória impacta a dinâmica comercial subsequente. A variável introduz uma dimensão cumulativa e qualitativa à análise, pois reflete a “memória regulatória” dos importadores. O registro continuado de não conformidades tende a acentuar a desconfiança, elevando custos de inspeção e de adequação, e potencialmente ocasionando o desvio de importações para fornecedores mais confiáveis. Essa proposta difere das especificações das equações anteriores, ao capturar explicitamente o acúmulo de rejeições e a consequente formação de uma reputação negativa que pode influenciar fluxos comerciais ao longo do tempo.

Para as estimações desta e das próximas subseções, aplica-se o estimador *Poisson Pseudo-Maximum-Likelihood* (PPML), de acordo com Santos Silva e Tenreyro (2006), adaptado por Correa et al. (2019) para incluir efeitos fixos de alta dimensão na presença de fluxos comerciais nulos. Essa versão, denominada PPMLHDFE (*High-Dimensional Fixed Effects*), combina as vantagens do PPML em termos de consistência, mesmo com heterocedasticidade e alta incidência de zeros,

<sup>12</sup> Conforme a literatura (de Carvalho et al. 2013; Susser e Ziebarth 2018), o uso de *dummies* baseadas em limiares são empregadas para identificar desvios em relação a padrões típicos. Embora o critério da média seja a proposta deste estudo, testou-se o uso de limiares adicionais: média + 1, + 2 e + 3 desvios-padrão (média = 7,520364; desvio-padrão = 14,16806), mas não houve alteração no número de observações acima dos pontos de corte. Esse comportamento, com dispersão concentrada (figura 2, apêndice), indica que a superação da média já sinaliza um comportamento atípico e reforça a adequação do critério adotado. A seção 4 avança nessa discussão.

à possibilidade de se controlar simultaneamente um grande número de efeitos fixos sem expandir excessivamente o conjunto de parâmetros.

A literatura aponta a necessidade de tratar a endogeneidade em modelos gravitacionais (Anderson & van Wincoop, 2003; Baier & Bergstrand, 2007; Anderson & Yotov, 2025; Santeramo & Lamonaca, 2022). Em aplicações recentes que utilizam dados em painel, a inclusão de efeitos fixos para pares de países é uma das estratégias mais difundidas para minimizar essa questão (Yotov et al., 2016; Anderson & Yotov, 2025). Baier e Bergstrand (2007) salientam que esses efeitos fixos absorvem variáveis invariantes no tempo, como distância, fronteira, idioma oficial ou laços históricos, além de outros fatores específicos de cada par de países invariantes ao longo do período (Yotov et al., 2016). Dessa maneira, reduz-se a possibilidade de correlação espúria entre as variáveis de interesse (as rejeições) e o termo de erro, assegurando maior precisão na identificação dos parâmetros (Yotov et al., 2016; Jadhav & Ghosh, 2023).

### 3.2.2 Estimações amostrais

Para aprimorar a granularidade dos resultados, propõe-se a estimação para subamostras. A equação (8) incorpora rejeições em diferentes setores (vide tabela 2, apêndice), onde a variável  $URejects_{ikt}^{setor}$  consiste em um conjunto de *dummies* setoriais multiplicadas pelo número de rejeições para os 15 setores analisados:

$$x_{jikt} = \exp(\beta_0 + y_{ikt} + y_{jkt} + y_{ij} + \beta_n \ln URejects_{ikt}^{setor} + \beta_{n+1} \ln(1 + tariff_{ijkt}) + \beta_{n+2} RTA_{ijt}) \varepsilon_{ijtk} \quad (8)$$

Essa estratégia permite identificar variações setoriais no efeito das rejeições diretamente a partir do modelo principal, sem a necessidade de segmentar a amostra. Tal abordagem, utilizada por Bispo et al. (2025), aumenta a eficiência estatística ao empregar a totalidade da base de dados, melhora a precisão das estimativas e possibilita comparações diretas entre setores. Além disso, a utilização de um modelo unificado mantém os controles comuns entre os grupos, facilitando a interpretação dos coeficientes. Embora as estimativas por subamostras apresentem menor eficiência, elas são realizadas como teste de robustez para verificar a consistência dos resultados.

Outra proposta consiste em estimar os efeitos das rejeições sobre os desvios para PD e PED. Essa abordagem investiga se os produtos rejeitados por motivos relacionados a micotoxinas são direcionados preferencialmente a mercados com regulamentação fitossanitária mais rigorosa (PD), ou se são destinados a países com requisitos e processos de inspeção mais flexíveis (PED) (Santeramo & Lamomaca, 2022). A análise permite averiguar eventual realocação do comércio em função das restrições regulatórias dos destinos, contribuindo para a compreensão dos padrões de desvio decorrentes das medidas fitossanitárias.

A distinção entre PD e PED segue as classificações padronizadas pelo Banco Mundial. Estimar os efeitos de forma diferenciada conforme o nível de desenvolvimento do parceiro comercial possibilita avaliar se os exportadores redirecionam seus produtos para mercados menos restritivos, o que pode ter implicações para a segurança alimentar global e para a reputação internacional dos exportadores.

A estimação apresentada na equação (9) incorpora *dummies* para PD e PED multiplicadas pela variável de rejeição, a fim de capturar a heterogeneidade do efeito em cada grupo de destino:

$$x_{jikt} = \exp(\beta_0 + y_{ikt} + y_{jkt} + y_{ij} + \beta_1 \ln UERejects_{ikt}^{PD} + \beta_2 \ln UERejects_{ikt}^{PED} + \beta_3 \ln(1 + tariff_{ijkt}) + \beta_4 RTA_{ijt}) \varepsilon_{ijtk} \quad (9)$$

A equação (10) amplia essa abordagem ao permitir desagregação simultânea por setores e níveis de renda. As equações 6.a e 7 também foram estimadas para setores e nível de desenvolvimento dos países.

$$x_{jikt} = \exp(\beta_0 + y_{ikt} + y_{jkt} + y_{ij} + \beta_n \ln UERejects_{ikt}^{setor,PD} + \beta_{n+15} \ln UERejects_{ikt}^{setor,PED} + \beta_{n+16} \ln(1 + tariff_{ijkt}) + \beta_{n+17} RTA_{ijt}) \varepsilon_{ijtk} \quad (10)$$

### 3.3. Robustez

Para verificar a consistência dos resultados, são estimadas especificações adicionais. A primeira delas, apresentada na equação (11), introduz a variável

binária  $URejectsdummy_{ikt}$ , que assume valor 1 sempre que há ao menos uma rejeição pela UE do produto  $k$  do país  $i$  no ano  $t$ , e 0 caso contrário. Essa especificação mostra se a mera ocorrência de uma rejeição, independentemente de sua frequência, está associada a desvios nos fluxos comerciais:

$$x_{jikt} = \exp(\beta_0 + y_{ikt} + y_{jkt} + y_{ij} + \beta_1 URejectsdummy_{ikt} + \beta_2 \ln(1 + tariff_{ijkt}) + \beta_3 RTA_{ijt}) \varepsilon_{ijtk} \quad (11)$$

A segunda especificação, conforme equação (12), incorpora controles bilaterais comumente utilizados na literatura gravitacional (Jadhav & Ghosh, 2023; Borchert et al., 2021), tais como distância geográfica ( $dist_{ij}$ ), contiguidade ( $cont_{ij}$ ), idioma comum ( $comlang_{ij}$ ) e histórico colonial ( $col_{ij}$ ). Esses controles aprimoram a captação dos custos bilaterais invariantes no tempo, os quais nas especificações anteriores, foram capturados pelos efeitos fixos de pares de países:

$$x_{jikt} = \exp(\beta_0 + y_{ikt} + y_{jkt} + \beta_1 \ln URejects_{ikt} + \beta_2 \ln(1 + tariff_{ijkt}) + \beta_3 RTA_{ijt} + \beta_4 \ln(dist_{ij}) + \beta_5 cont_{ij} + \beta_6 comlang_{ij} + \beta_7 col_{ij}) + \varepsilon_{ijtk} \quad (12)$$

$dist_{ij}$  representa a distância bilateral entre o país  $i$  e país  $j$ ,  $cont_{ij}$ ,  $comlang_{ij}$  e  $col_{ij}$  são variáveis binárias e recebem valor 1 caso países  $i$  e  $j$  apresentem fronteira, idioma ou relação colonial comum, respectivamente, 0 caso contrário. A mesma abordagem foi utilizada nas demais equações da seção 3.2.1. e é tradicionalmente usada como exercício de robustez, conforme observado em Santeramo & Lamonaca (2022).

### 3.4. Base de dados

A principal fonte de dados é o banco da plataforma RASFF, que disponibiliza informações sobre o número de rejeições pela UE, limitadas à categoria de perigo associada às micotoxinas, totalizando 6.657 casos. A RASFF fornece, também, dados acerca da origem dos produtos rejeitados e de suas categorias.

Para compatibilizar a classificação dos produtos RASFF com o sistema HS, é realizada análise das estruturas textuais dos produtos rejeitados presentes na

variável “subject”, e na informação agregada da “product category”. Primeiro, as descrições dos produtos (por exemplo, textos como “fresh strawberries”) são divididas em partes menores com base nas vírgulas e espaços presentes no texto. Cada fragmento textual é examinado separadamente para identificar termos que descrevem o produto (com casca ou sem casca) e seu estado (fresco, resfriado ou congelado). Com essas informações, é possível obter uma descrição mais precisa, e então associá-la ao código HS a seis dígitos correspondente, usando a versão da classificação de 2007. Esse método foi eficaz, permitindo identificar o código HS para todas as notificações da RASFF.

Outras variáveis utilizadas no estudo, junto das suas descrições, sinais esperados nas regressões e respectivas fontes, estão detalhadas no Quadro 1.

**Quadro 1:** Sinais esperados e fonte de dados das variáveis a serem estimadas empregando as equações (6), (6.a), (7), (8).

| Variáveis              |                                                                                        | Sinal esperado      |                                                                                                                                                    | Unidade                 | Fonte                                                     |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------|
| $x_{ijkt}$             | Importações do país $j$ oriundas do país $i$ do produto $k$ no ano $t$                 | Variável dependente | -                                                                                                                                                  | Em US\$1.000 correntes  | UN COMTRADE, World Trade Integrated Solution (WITS, 2025) |
| $Rejects_{ijkt}$       | Número de rejeições pela UE sobre o produto $k$ do país $i$ no ano $t$                 | (+)                 | O aumento no número de rejeições pela UE estimula os exportadores a direcionarem seus produtos para outros mercados, ocorrendo o desvio comercial. | Quantidade de rejeições | RASFF (2025)                                              |
| $tariff_{ijt}$         | Tarifa da Nação Mais Favorecida efetivamente aplicada                                  | (-)                 | Tarifas mais elevadas aumentam os custos de entrada no mercado do país importador, reduzindo o volume de importações.                              | Porcentagem             | Trade Analysis and Information System (TRAINS, 2024)      |
| $RTA_{ijt}$            | Acordo comercial comum                                                                 | (+)                 | Estar inserido em acordo ou área de livre comércio tende a diminuir barreiras e custos comerciais, favorecendo o aumento dos fluxos comerciais.    | Dummy                   | Mario Larch database (2025)                               |
| $UERejects_{ikt-1}$    | Número de rejeições do país $j$ ao produto $k$ do país $i$ no ano anterior ( $t - 1$ ) | (+)                 | Rejeições passadas podem reforçar o desvio comercial, incentivando os exportadores a buscarem outros destinos para seus produtos.                  | Quantidade de rejeições | RASFF (2025)                                              |
| $UERejects_{ikt-2}$    | Número de rejeições do país $j$ ao produto $k$ do país $i$ no ano anterior ( $t - 2$ ) | (+)                 |                                                                                                                                                    | Quantidade de rejeições | RASFF (2025)                                              |
| $Reputation_{ikt}$     | Dummy que capta a reputação negativa                                                   | (+)                 | Uma pior reputação está associada a um aumento nos fluxos comerciais para destinos onde as barreiras são menores.                                  | Dummy                   | RASFF (2025)                                              |
| $UERejectsdummy_{ikt}$ | Dummy que capta as rejeições                                                           | (+)                 | A mera ocorrência de rejeições pode desencadear o efeito de desvio comercial, mesmo sem considerar a frequência das rejeições.                     | Dummy                   | RASFF (2025)                                              |
| $\ln(dist_{ij})$       | Distância entre o país $i$ e país $j$                                                  | (-)                 | Maiores distâncias implicam em custos de transporte e barreiras logísticas mais elevados, reduzindo o volume do comércio bilateral.                | Em quilômetros          | CEPII (2025)                                              |

|                |                                                                                   |     |                                                                                                                                                                        |       |              |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------|
| $cont_{ij}$    | Fronteira comum entre o país $i$ e país $j$                                       | (+) | A existência de uma fronteira compartilhada tende a reduzir os custos de transporte e facilitar o comércio entre os países.                                            | Dummy | CEPII (2025) |
| $comlang_{ij}$ | Idioma comum entre o país $i$ e país $j$                                          | (+) | Compartilhar o mesmo idioma pode facilitar a comunicação, reduzir custos de negociação e aumentar os fluxos comerciais.                                                | Dummy | CEPII (2025) |
| $col_{ij}$     | Variável Dummy que indica se o país $i$ ou o país $j$ foi uma colônia um do outro | (+) | Laços históricos e institucionais decorrentes de uma relação colonial costumam favorecer relações comerciais mais intensas, reduzindo barreiras e custos de transação. | Dummy | CEPII (2025) |

Fonte: Elaboração própria.

## 4.RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Panorama do comércio mundial

Esta seção analisa a inserção dos principais países e produtos agrícolas no comércio internacional, com foco nos fluxos fora da UE e nas exportações destinadas ao bloco europeu. A figura 3 apresenta, do lado esquerdo (A), os principais importadores mundiais dos produtos agrícolas em análise, e do lado direito (B), os principais exportadores. Em ambos os casos, não foram incluídos os países membros da UE. Nas importações, os EUA são responsáveis por 17,8% do total, seguidos pela China (13,2%), Japão (6,1%), Canadá (4,9%) e Índia (3,1%). A categoria outros, inclui outros 158 países, que absorvem 42,8% das importações. Esses constituem os mercados que, eventualmente, importam os bens rejeitados pela UE. Pelo lado das exportações, os EUA denotam o maior exportador (15,1%), seguidos pelo Brasil (10,0%), Argentina (5,2%), Canadá (5,2%) e China (5%). Outros países (208), cobrem 42,2% das importações mundiais.

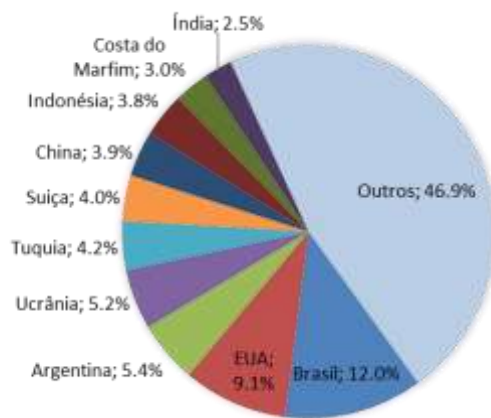
**Figura 3:** Principais países importadores e exportadores no comércio mundial (exceto UE) entre 2008 e 2023 (%).



**Fonte:** Elaboração própria baseada nos dados da WITS, 2025.

A figura 4 ilustra os principais exportadores de produtos agrícolas para a UE. O Brasil ocupa a posição de principal exportador, responsável por 12% das remessas agrícolas adquiridas pelo bloco europeu, seguido pelos EUA (9,1%), Argentina (5,4%)<sup>13</sup>, Ucrânia (5,2%), Turquia (4,2%) e Suíça (4%). A categoria outros, com 203 países, é responsável por 46,9% do total exportado.

**Figura 4:** Principais exportadores para a UE entre 2008 e 2023 (%).



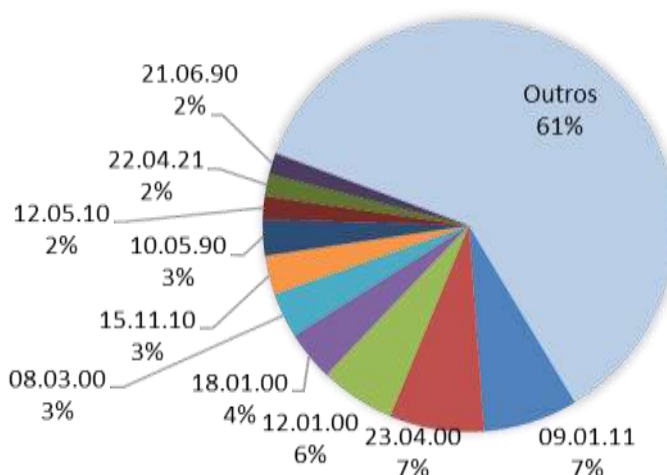
**Fonte:** Elaboração própria baseada nos dados da WITS, 2025.

A seguir, a figura 5 mostra os principais produtos agrícolas importados pela UE. As exportações concentram-se na categoria "Outros", que agrega 419 produtos distintos e representa 61% do total exportado, evidenciando uma pauta bastante

<sup>13</sup> Os principais produtos exportados do Brasil para a União Europeia são farelo de soja (30,5%), café verde (23,9%) e soja em grãos (8,3%). Nos Estados Unidos, destacam-se amêndoas sem casca (16,4%), uísque (7,1%) e preparações alimentícias diversas (7,0%). Na Argentina, predominam o farelo de soja (62,8%), resíduos da indústria alimentícia para alimentação animal (4,7%) e limões e limas frescas (3,8%) (WITS, 2025).

pulverizada, mas composta majoritariamente por produtos de menor expressão individual. Entre os produtos individualizados, destacam-se farelo de soja (HS 230400), café verde em grãos (HS 090111), soja em grãos (HS 120100), cacau em bruto (HS 180100) e bananas frescas (HS 080300). Esses são produtos potencialmente associados à contaminação por micotoxinas. Farelo de soja e soja em grãos são suscetíveis à contaminação por aflatoxinas e fumonisinas, especialmente quando expostos a ambientes úmidos. Café verde em grãos e cacau oferecem risco de contaminação por ocratoxina A, associada a práticas inadequadas de secagem e armazenamento, no caso do café, e processo de fermentação e secagem não realizado de forma adequada, no caso do cacau. As bananas, embora menos associadas às micotoxinas, são vulneráveis a fungos em condições específicas. Esse levantamento revela a concentração em produtos agrícolas, que exigem atenção às exigências sanitárias dos mercados importadores, referente ao controle de micotoxinas.

**Figura 5:** Principais produtos agrícolas importados pela UE.



**Fonte:** Elaboração própria baseada nos dados da WITS, 2025.

Nota: 090111 – Café não torrado, não descafeinado (café verde em grãos); 230400 – Farelo e outros resíduos sólidos da extração do óleo de soja; 120100 – Soja, mesmo triturada; 180100 – Cacau em bruto, inteiro ou partido; 080300 – Bananas, incluindo plátanos (frescas ou secas); 151110 – Óleo de palma, bruto; 100590 – Milho (exceto milho doce), exceto para semeadura; 120510 – Sementes de nabo forrageiro (colza ou canola), para semeadura; 220421 – Vinhos de uvas frescas, em recipientes com capacidade inferior ou igual a 2 litros; 210690 – Preparações alimentícias não especificadas nem compreendidas em outras posições.

## 4.2. Estatísticas descritivas

Esta seção apresenta as estatísticas descritivas das variáveis utilizadas na análise econométrica, a fim de caracterizar a amostra e facilitar a compreensão das relações entre rejeições por micotoxinas e desvios no comércio agrícola. Inicialmente, abordam-se aspectos gerais das variáveis, com ênfase na distribuição dos países por nível de renda e histórico de rejeições. Em seguida, analisam-se os setores agrícolas e, por fim, comparam-se indicadores médios entre países com e sem reputação negativa junto à UE.

A tabela 3 exibe medidas descritivas para as variáveis do modelo econométrico. Essas estatísticas permitem observar a dispersão e a centralidade dos dados, oferecendo elementos para a interpretação dos padrões associados às rejeições por micotoxinas e às características dos fluxos comerciais, que serão discutidos junto dos resultados empíricos.

**Tabela 3:** Média, desvio-padrão e valores extremos da amostra.

| Variável           | Observações | Média        | Desvio-padrão | Mínimo      | Máximo       |
|--------------------|-------------|--------------|---------------|-------------|--------------|
| $X_{ijkt}$         | 2.263.532   | \$ 3.473     | \$ 81.225     | 0           | \$ 40.95 mi  |
| $Rejects_{ijkt}$   | 56.128      | 8            | 14            | 1           | 147          |
| $Reputation_{ikt}$ | 56.128      | 0.2353       | 0.4242        | 0           | 1            |
| $RTA_{ijt}$        | 23.820.192  | 0            | 0             | 0           | 1            |
| $tariff_{ijt}$     | 23.077.381  | 2%           | 1%            | 0           | 8%           |
| $PIB_{exp}$        | 23.791.722  | \$ 1.10 tri  | \$ 3.14 tri   | \$ 12.05 bi | \$ 27.72 tri |
| $PIB_{imp}$        | 23.471.982  | \$ 941.39 bi | \$ 2.88 tri   | \$ 9.54 bi  | \$ 27.72 tri |
| $dist_{ij}$        | 23.820.192  | 8.846 km     | 4.828 km      | 86 km       | 19.951 km    |
| $col_{ij}$         | 23.820.192  | 0            | 0             | 0           | 1            |
| $cont_{ij}$        | 23.820.192  | 0            | 0             | 0           | 1            |
| $comlang_{ij}$     | 23.820.192  | 0            | 0             | 0           | 1            |

Fonte: Resultados da pesquisa.

A variável  $Rejects_{ijkt}$ , que contabiliza o número de rejeições por micotoxinas em cargas destinadas à UE, apresenta média igual a 8 e desvio-padrão de 14, com valores extremos entre 1 e 147, o que indica distribuição assimétrica e concentração de episódios de rejeição em um subconjunto reduzido de observações.  $Reputation_{ikt}$ , variável binária que indica se um país adquiriu reputação negativa devido à recorrência de rejeições por cinco anos consecutivos, expõe média de 0,2353 e desvio-padrão de 0,4242. Esses valores revelam que cerca de 24% da amostra corresponde a exportadores com histórico recorrente de notificações, enquanto a maioria permanece sem esse tipo de registro.

As demais variáveis fornecem informações contextuais sobre os fluxos comerciais observados. O valor médio das exportações bilaterais  $X_{ijkt}$  é de US\$ 3.473, com elevada dispersão (desvio-padrão) e máximo de US\$ 40,95 milhões<sup>14</sup>. A tarifa média aplicada aos produtos exportados  $tariff_{ijt}$  situa-se em 2%, com variações relativamente reduzidas, e valores máximos de 8%. Os dados de produto interno bruto mostram ampla heterogeneidade entre os países, com o PIB dos exportadores variando de US\$ 12,05 bilhões a US\$ 27,72 trilhões, e o PIB dos importadores entre US\$ 9,54 bilhões e o mesmo máximo<sup>15</sup>. A distância média entre os países é de 8.846 km. As variáveis binárias relativas a acordos preferenciais, vínculos coloniais, fronteira e idioma comum apresentam médias próximas a zero, evidenciando que tais atributos ocorrem apenas em uma parcela restrita dos pares comerciais considerados.

Na sequência, a tabela 4 apresenta, por estrutura de renda, o grupo de países que compõem a amostra. A tabela inclui os países com maior e menor nível de renda entre aqueles que receberam notificações da UE relativas à contaminação de produtos agrícolas por micotoxinas.

**Tabela 4:** Exportadores que receberam rejeições por estrutura de renda.

| Estrutura de renda       | País                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Desenvolvidos (PD)       | Austrália, Canadá, Chile, Coreia do Sul, Emirados Árabes Unidos, Estados Unidos, Israel, Japão, Nova Zelândia, Noruega, Singapura, Suíça, Taiwan, Uruguai.                                                                                                                                                                    |
| Em desenvolvimento (PED) | África do Sul, Argentina, Brasil, Cazaquistão, China, Colômbia, Costa do Marfim, Costa Rica, Egito, Equador, Filipinas, Gana, Guatemala, Honduras, Índia, Indonésia, Irã, Malásia, Marrocos, México, Nigéria, Paquistão, Peru, Quênia, República Dominicana, Rússia, Sri Lanka, Tailândia, Tunísia, Turquia, Ucrânia, Vietnã. |

Fonte: Elaboração própria.

Verifica-se que 14 países são classificados como economias avançadas e 32 como em desenvolvimento. Embora as notificações estejam distribuídas entre grupos de países com diferenciais de renda, a capacidade institucional e os padrões de controle sanitário tendem a ser mais reforçados em economias de maior renda. Países com menor nível de renda podem enfrentar maiores dificuldades para

<sup>14</sup> Este dado está relacionado às exportações do país  $i$ , para o mercado  $j$ , no ano  $t$ , para o produto  $k$ .

<sup>15</sup> Os valores máximos podem ser iguais, porque um mesmo país exportador, pode ser o mesmo importador. A exemplo dos EUA na figura 2.

atender plenamente às exigências regulatórias europeias, o que pode estar associado à maior frequência de rejeições (Kareem, Marínez-Zarzoso e Brümmer, 2023). Diferenças na infraestrutura laboratorial, na implementação de boas práticas agrícolas e na regulação de exportações contribuem para as assimetrias nos registros de não conformidade, por exemplo.

Ao direcionar a análise para o número de rejeições por setor, a tabela 5 mostra que os setores 08 (Frutas; cascas de frutos cítricos e de melões) e 12 (Sementes e frutos oleaginosos; grãos, sementes e frutos diversos; plantas industriais ou medicinais; palhas e forragens) se destacam por concentrarem os maiores valores de média de rejeições (13,06 e 10,96), máximos absolutos (147 e 114) e elevada variabilidade (desvios-padrão de 20,16 e 16,64). Esses dados sugerem que tais setores foram os mais sujeitos a notificações, possivelmente devido à maior propensão à contaminação microbiológica. Além disso, corroboram a tendência identificada na análise dos principais bens agrícolas importados pela UE, em que os produtos mais comercializados coincidem com aquele com maior exposição às rejeições por micotoxinas. A heterogeneidade de produtos e o grande número de países exportadores envolvidos nesses setores pode contribuir para a recorrência de inconformidades com os padrões europeus.

**Tabela 5:** Estatísticas descritivas da variável número de rejeições por setor.

| Setor | Observações | Média | Desvio-padrão | Máximo |
|-------|-------------|-------|---------------|--------|
| 07    | 1.409       | 2,27  | 2,28          | 11     |
| 08    | 12.947      | 13,06 | 20,16         | 147    |
| 09    | 9.550       | 3,43  | 4,36          | 29     |
| 10    | 3.011       | 3,08  | 4,60          | 21     |
| 11    | 1.984       | 1,61  | 1,64          | 9      |
| 12    | 15.572      | 10,96 | 16,64         | 114    |
| 13    | 0           | -     | -             | -      |
| 15    | 64          | 1,00  | 0,00          | 1      |
| 17    | 385         | 1,17  | 0,38          | 2      |
| 18    | 256         | 1,50  | 0,87          | 3      |
| 19    | 1.346       | 1,38  | 0,72          | 3      |
| 20    | 9.028       | 3,36  | 5,45          | 34     |
| 21    | 448         | 1,14  | 0,35          | 2      |
| 22    | 0           | -     | -             | -      |
| 23    | 128         | 2,00  | 1,00          | 3      |

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Mapa de calor realizado a partir das informações apresentadas nas colunas. Valores coloridos de cor mais escuras representam valores mais altos.

Em contraste, setores como 15 (Gorduras e óleos), 17 (Açúcares e confeitaria), 18 (Cacau e suas preparações), 19 (Preparações à base de cereais) e 21 (Preparações alimentícias diversas) apresentaram médias inferiores a 1,5

rejeições e baixa dispersão, o que pode estar associado à maior padronização dos processos produtivos ou menor exposição a riscos de contaminação. Setores 13 (Gomas, resinas e extratos vegetais) e 22 (Bebidas, líquidos alcoólicos e vinagres) não registraram notificações, sugerindo níveis de conformidade mais constantes ou reduzido número de operações comerciais com a UE no período analisado<sup>16</sup>. O apêndice B reúne propõe análise detalhada e complementar sobre rejeições por micotoxinas, com foco nos principais países e produtos afetados, mudanças regulatórias da UE e medidas adotadas por exportadores diante de não conformidades.

A tabela 6 apresenta as estatísticas descritivas para dois grupos de exportadores: aqueles com reputação negativa (rejeições acima da média em cinco anos consecutivos) e sem reputação negativa. A tarifa média aplicada pela UE foi de 2% em ambos os grupos, e a participação em RTAs manteve valor médio igual a zero, o que indica a ausência de benefícios tarifários ou procedimentos aduaneiros facilitados decorrentes de acordos comerciais.

**Tabela 6:** Características médias dos países com e sem reputação negativa.

| Característica reputacional | Variável         | Observações | Média     | Desvio-padrão | Mínimo   | Máximo        |
|-----------------------------|------------------|-------------|-----------|---------------|----------|---------------|
| Reputação negativa          | $x_{ijkt}$       | 6.996       | \$ 7.712  | \$ 36.080     | 0        | \$ 1.109.310  |
|                             | $Rejects_{ijkt}$ | 13.207      | 25        | 20            | 8        | 147           |
|                             | $RTA_{ijt}$      | 13.207      | 0         | 0             | 0        | 1             |
|                             | $tariff_{ijt}$   | 13.180      | 2%        | 1%            | 0        | 7%            |
|                             | $PIB_{exp}$      | 13.207      | 4.52 tri  | 6.93 tri      | 24.62 bi | 27.72 tri     |
|                             | $PIB_{imp}$      | 13.029      | 867.35 bi | 2.66 tri      | 9.54 bi  | 27.72 tri     |
|                             | $dist_{ij}$      | 13.207      | 8.020 km  | 4.616 km      | 105 km   | 19.951 km     |
|                             | $col_{ij}$       | 13.207      | 0         | 0             | 0        | 1             |
|                             | $cont_{ij}$      | 13.207      | 0         | 0             | 0        | 1             |
|                             | $comlang_{ij}$   | 13.207      | 0         | 0             | 0        | 1             |
| Sem reputação negativa      | $x_{ijkt}$       | 2.256.536   | \$ 3.460  | \$ 81.326     | 0        | \$ 40.954.090 |
|                             | $Rejects_{ijkt}$ | 42.921      | 2         | 3             | 1        | 147           |
|                             | $RTA_{ijt}$      | 23.806.985  | 0         | 0             | 0        | 1             |
|                             | $tariff_{ijt}$   | 23.064.201  | 2%        | 1%            | 0        | 8%            |
|                             | $PIB_{exp}$      | 23.778.515  | 1.10 tri  | 3.14 tri      | 12.05 bi | 27.72 tri     |
|                             | $PIB_{imp}$      | 23.458.953  | 941.43bi  | 2.88 tri      | 9.54 bi  | 27.72 tri     |
|                             | $dist_{ij}$      | 23.806.985  | 8.846 km  | 4.828 km      | 86 km    | 19.951 km     |
|                             | $col_{ij}$       | 23.806.985  | 0         | 0             | 0        | 1             |

<sup>16</sup> Todos os setores selecionados, exceto 13 e 22, apresentaram pelo menos 1 notificação. O país com maior número de rejeições recebidas no período foi o Irã em 2008, com 147 notificações para o produto 080250 - Pistaches, frescos ou secos. O segundo país que mais sofreu rejeições da UE foi a Turquia, com 126 notificações em 2012 no produto 080420 – Figos, frescos ou secos.

|                |            |   |   |   |   |
|----------------|------------|---|---|---|---|
| $cont_{ij}$    | 23.806.985 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| $comlang_{ij}$ | 23.806.985 | 0 | 0 | 0 | 1 |

Nota: Países com rejeições sucessivas por cinco anos consecutivos (com reputação negativa), África do Sul, Argentina, Austrália, Bolívia, Brasil, China, Egito, Estados Unidos, Índia, Indonésia, Irã, Nigéria, Paquistão, Paraguai, Turquia, Vietnã.

Fonte: Elaboração própria.

O PIB médio dos exportadores com reputação negativa registra US\$ 4,52 tri, enquanto o grupo sem reputação negativa atinge US\$ 1,10 tri. Essa diferença pode refletir maior exposição ao comércio internacional a partir de economias economicamente maiores, aumentando a probabilidade de notificações. Já o PIB médio dos importadores é de US\$ 867 bi para os mais rejeitados e de US\$ 941 bi para os demais, sugerindo que destinos de mercado distintos influenciam as notificações.

De forma geral, as estatísticas descritivas evidenciam as heterogeneidades dos países e dos setores. Essas observações, mesmo que preliminares, fornecem contexto à compreensão dos resultados econométricos, apresentados na próxima seção.

### 4.3. Análise empírica

Esta seção apresenta os resultados econométricos, obtidos a partir do modelo gravitacional, estimados por PPML. Os parâmetros estimados para as equações (6), (6.a) e (7) são apresentados na tabela 7.

**Tabela 7:** Análise dos determinantes do desvio de comércio: rejeições da UE: análise geral.

| Variáveis<br>(PPMLHDFE - $x_{ijkt}$ ) | Equação (6)          | Equação (6.a)        | Equação (7)          |
|---------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| $\ln UERejects_{ikt}$                 | 0,393***<br>(0,093)  | 0,343***<br>(0,080)  | -                    |
| $\ln UERejects_{ikt-1}$               | -                    | 0,090**<br>(0,040)   | -                    |
| $\ln UERejects_{ikt-2}$               | -                    | -0,025<br>(0,094)    | -                    |
| $Reputation_{ikt}$                    | -                    | -                    | 1,067***<br>(0,262)  |
| $\ln(1 + tariff_{ijkt})$              | -0,195***<br>(0,046) | -0,174***<br>(0,047) | -0,194***<br>(0,046) |
| $RTA_{ijt}$                           | 0,093*<br>(0,054)    | 0,118**<br>(0,057)   | 0,093*<br>(0,054)    |
| Constante                             | 9,591***<br>(0,087)  | 9,565***<br>(0,090)  | 9,592***<br>(0,087)  |
| Obs.                                  | 20.769.701           | 18.576.147           | 20.769.701           |

|                |       |       |       |
|----------------|-------|-------|-------|
| R <sup>2</sup> | 0,555 | 0,554 | 0,555 |
|----------------|-------|-------|-------|

Nota: Erros-padrão robustos agrupados por par de países entre parênteses. \*  $p < 0,10$ . \*\*  $p < 0,05$ . \*\*\*  $p < 0,01$ . Efeitos fixos de importador-setor-ano, exportador-setor-ano e importador-exportador incluídos em todas as regressões. Valores ausentes na variável dependente foram substituídos por zero, indicando a ausência de comércio bilateral para a combinação de país, produto e ano. Os valores entre parênteses se referem aos erros-padrão robustos.

Os coeficientes referentes à variável de rejeição ( $URejects_{ikt}$ ) confirmam a hipótese de que incidentes correntes relacionados à micotoxinas associam-se positivamente com o desvio de comércio, sugerindo que os exportadores reorientam parte das vendas para mercados alternativos. Esse resultado indica que conforme cresce o número de rejeições impostas pela UE aos produtos agrícolas de um exportador  $i$  no setor  $k$  ao longo do ano  $t$ , há elevação nas exportações desse mesmo bem para mercados não pertencentes ao bloco europeu. Em outras palavras, rejeições na UE tendem a impulsionar a busca por outros destinos (Wu, 2004; Baylis et al., 2011). Essa resposta reflete o esforço do exportador de compensar perdas no mercado europeu, pela possibilidade imediata de retornar lotes recusados (Beestermöller et al., 2018) ou pela percepção de que futuras inspeções poderão bloquear embarques semelhantes.

Ao incorporar rejeições passadas (defasadas em um e dois anos), observa-se que  $URejects_{ikt-1}$  mantém o sinal positivo, sugerindo que episódios de inconformidades com micotoxinas ocorridos no ano anterior continuam a influenciar o redirecionamento das exportações para terceiros países no ano corrente. Esse efeito defasado justifica-se porque a adaptação produtiva às exigências europeias pode demandar tempo e investimentos em infraestrutura (Traoré et al., 2020). Enquanto os ajustes não são implementados, o exportador tende a reduzir os riscos de novas rejeições deslocando seus embarques para nações que apresentam menor probabilidade de inspeções rigorosas (Baylis, Martens e Nogueira, 2009). Por outro lado,  $URejects_{ikt-2}$  perde relevância estatística, sugerindo que o efeito de rejeições mais antigas enfraquece após dois anos, pois muitos exportadores, nesse intervalo, ou abandonam o mercado europeu definitivamente ou promovem a adequação para evitar reincidências (Xiong e Beghin, 2012).

Outra contribuição surge do efeito da variável reputação ( $Reputation_{ikt}$ ), definida como a situação em que o país apresenta, ao longo de cinco anos consecutivos, volume elevado de rejeições. Essa proxy exhibe coeficiente positivo e relativamente elevado na tabela 3, sugerindo efeito adicional sobre o desvio de

comércio. Esse achado mostra que, além das rejeições em si, a formação de um histórico persistente de não conformidades intensifica a busca por mercados alternativos. Em termos práticos, o exportador, ao apresentar reputação desfavorável por conta de rejeições recorrentes por micotoxinas, passa a enfrentar mais barreiras. As autoridades dos países importadores intensificam os controles e as exigências adicionais (Traoré, et al., 2020). Esse fenômeno está em linha com análises anteriores de reputação comercial, que discutem como a sucessão de problemas sanitários e fitossanitários estimula as aduanas estrangeiras a adotarem regime de inspeção reforçada sobre os embarques de exportadores específicos (Jaffee e Henson, 2004; Martins e Monteiro, 2024).

Esse acúmulo de rejeições pode provocar “spillovers” para outros setores e empresas do mesmo país, como realçam Baylis et al. (2009) e Beestermöller et al. (2018). Quando uma região adquire fama de inadequação regulatória, mesmo exportadores de segmentos diferentes, mas pertencentes a um mesmo território, podem enfrentar suspeitas e fiscalização extensiva. Logo, a reputação negativa tem peso adicional ao redirecionar as transações para mercados com menor probabilidade de fiscalização e limites fitossanitários menos rígidos, aprofundando as distorções no comércio global (WHO, 2023).

Além disso, países que convivem com episódios recorrentes de rejeição veem surgir dinâmica de custos (em certificação, inspeção pré-embarque e testes laboratoriais) que reduz a competitividade no destino exigente. Muitos governos de países em desenvolvimento tentam atenuar esse problema subsidiando programas de capacitação e tecnologia que ajudem a reduzir a contaminação fúngica nos produtos agrícolas, como discutido por Wu (2004) e Traoré et al. (2020). Entretanto, a adoção de padrões mais rígidos de controle de micotoxinas depende de recursos financeiros e institucionais nem sempre disponíveis, sobretudo para pequenos produtores.

A implicação central desse processo é o rearranjo do fluxo global de mercadorias: ao mesmo tempo em que exportadores “fugindo” das restrições europeias abastecem mercados com fiscalização reduzida, produtores que se adequam aos padrões da UE tendem a consolidar sua presença nos países do bloco, beneficiando-se da menor concorrência oriunda dos competidores que foram desviados. Em certos casos, o deslocamento de produtos possivelmente

contaminados para economias de menor renda gera preocupações de saúde pública e equidade (Marrez e Ayesh, 2022). Com efeito, enquanto alguns países ganham em acesso mais exclusivo ao mercado exigente, outros recebem mercadorias sujeitas a riscos de contaminação.

Os resultados da tabela 8 apresentam análises adicionais. Em primeiro lugar, mostram que o desvio de comércio varia de acordo com o nível de renda dos países terceiros. A regressão associada às rejeições apresenta coeficiente mais elevado quando o redirecionamento se dá para países desenvolvidos fora do bloco europeu (0,555), enquanto para países em desenvolvimento esse coeficiente é menor, ainda que permaneça estatisticamente significativo (0,284). Apesar de a UE manter, historicamente, padrões bastante rigorosos em questões que envolvem a presença de micotoxinas, há países desenvolvidos não integrantes do bloco que adotam regras harmonizadas com o Codex Alimentarius<sup>17</sup>, como os EUA<sup>18</sup>. Em algumas situações, apresentar exigências menos severas do que aquelas em vigor na UE, possibilita que os exportadores, ao verem seus produtos recusados neste mercado, optem por redirecioná-los a esses destinos, pois já contam com a conformidade em relação aos parâmetros do Codex ou têm capacidade de ajustar, a custos comparativamente mais baixos, aos laudos e à documentação exigida.

**Tabela 8:** Análise dos determinantes do desvio de comércio: análise amostral, rejeições.

| Nível de renda                        |                      | Setor                                 |                     |
|---------------------------------------|----------------------|---------------------------------------|---------------------|
| Variáveis<br>(PPMLHDFE - $x_{jikt}$ ) | Equação (6)          | Variáveis<br>(PPMLHDFE - $x_{jikt}$ ) | Equação (6)         |
| $\ln UERejects_{ikt}^{PD}$            | 0,555***<br>(0,065)  | $\ln UERejects_{ikt}^7$               | 0,317<br>(0,279)    |
| $\ln UERejects_{ikt}^{PED}$           | 0,284**<br>(0,130)   | $\ln UERejects_{ikt}^8$               | 0,724***<br>(0,082) |
| $\ln(1 + tariff_{ijkt})$              | -0,194***<br>(0,046) | $\ln UERejects_{ikt}^9$               | 0,306***<br>(0,095) |
| $RTA_{ijt}$                           | 0,092*<br>(0,054)    | $\ln UERejects_{ikt}^{10}$            | 1,794***<br>(0,164) |
| Constante                             | 9,591***<br>(0,087)  | $\ln UERejects_{ikt}^{11}$            | -0,664<br>(0,480)   |
| -                                     | -                    | $\ln UERejects_{ikt}^{12}$            | -0,069<br>(0,182)   |
| -                                     | -                    | $\ln UERejects_{ikt}^{13}$            | -                   |
| -                                     | -                    | $\ln UERejects_{ikt}^{15}$            | -                   |

<sup>17</sup> Disponível em: <[https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B193-1995%252FCXS\\_193e.pdf](https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B193-1995%252FCXS_193e.pdf)> Acesso em 07 de março de 2025.

<sup>18</sup> Disponível em: <<https://www.fda.gov/food/natural-toxins-food/mycotoxins>>. Acesso em 07 de março de 2025.

|                |            |                            |                      |
|----------------|------------|----------------------------|----------------------|
| -              | -          | $\ln UERejects_{ikt}^{17}$ | 3,457***<br>(0,400)  |
| -              | -          | $\ln UERejects_{ikt}^{18}$ | 2,031***<br>(0,236)  |
| -              | -          | $\ln UERejects_{ikt}^{19}$ | 1,984***<br>(0,136)  |
| -              | -          | $\ln UERejects_{ikt}^{20}$ | 0,911***<br>(0,093)  |
| -              | -          | $\ln UERejects_{ikt}^{21}$ | 3,151***<br>(0,611)  |
| -              | -          | $\ln UERejects_{ikt}^{22}$ | -                    |
| -              | -          | $\ln UERejects_{ikt}^{23}$ | -1,090**<br>(0,507)  |
| -              | -          | $\ln(1 + tariff_{ijkt})$   | -0,191***<br>(0,047) |
| -              | -          | $RTA_{ijt}$                | 0,093*<br>(0,054)    |
| -              | -          | <i>Constante</i>           | 9,582***<br>(0,088)  |
| Obs.           | 20.769.701 | -                          | 20.769.701           |
| R <sup>2</sup> | 0,555      | -                          | 0,556                |

Nota: Erros-padrão robustos agrupados por par de países entre parênteses. \*  $p < 0,10$ . \*\*  $p < 0,05$ . \*\*\*  $p < 0,01$ . Efeitos fixos de importador-setor-ano, exportador-setor-ano e importador-exportador incluídos em todas as regressões. Valores ausentes na variável dependente foram substituídos por zero, indicando a ausência de comércio bilateral para a combinação de país, produto e ano. Os valores entre parênteses se referem aos erros-padrão robustos.

Por esta razão, mesmo que se imaginasse, a princípio, que o desvio ocorreria mais intensamente para países em desenvolvimento, o coeficiente mais alto para países de renda elevada sugere que essas economias avançadas exercem papel de “compensação comercial” quando o exportador não consegue se adequar integralmente aos padrões europeus, mas mantém condições de cumprir ou se aproximar das diretrizes do Codex (Baylis et al., 2011; Wu, 2004; Cuello et al., 2020). Por outro lado, o coeficiente ainda positivo para países em desenvolvimento confirma que tais nações também absorvem parte dos lotes rejeitados pela UE, corroborando as discussões de Beestermöller et al. (2018). Neste caso, destaca-se que, em países de menor renda, onde a adoção de protocolos de inspeção é geralmente menos uniforme, há maior possibilidade de que produtos com maior risco de contaminação (inclusive por fungos) sejam direcionados a esses mercados. Em tal cenário, eleva-se a preocupação de caráter fitossanitário e de saúde pública, pois os ambientes de fiscalização reduzida podem permitir que itens contaminados alcancem o consumo interno (Marrez e Ayesh, 2022).

Também é possível interpretar os resultados por nível de renda sob perspectiva diferente, desta vez considerando uma possível estratégia protecionista da UE. Embora inicialmente contraintuitiva, essa evidência pode ser compreendida a partir de uma dimensão política e estratégica do bloco. As recusas, ainda que

formalmente justificadas pela segurança do alimento e amparadas na confiabilidade institucional dos órgãos fiscalizadores, podem funcionar, de maneira indireta, como instrumento de proteção ao setor agrícola europeu. As rejeições podem constituir um mecanismo de proteção disfarçado, favorecendo a produção interna do bloco.

Isso é sustentado pelo redirecionamento das cargas para países desenvolvidos, que contam com sistemas regulatórios semelhantes aos da UE, refletindo aceitabilidade e segurança dos produtos, padrões de consumo compatíveis ou dinâmicas de (des)alinhamentos geoeconômicos. Assim, ainda que os órgãos de fiscalização europeus atuem com idoneidade, é necessário considerar que a utilização das rejeições como argumento técnico pode, na prática, reforçar práticas protecionistas. Essa interpretação contribui para explicar a evidência aparentemente surpreendente encontrada na tabela 4, segundo a qual países desenvolvidos, que também possuem legislações sanitárias rigorosas, absorvem, em maior proporção, produtos agrícolas rejeitados pela UE.

Na segunda parte da tabela 8, a análise setorial exhibe coeficientes elevados e estatisticamente diferentes de zero para cereais (HS 10), açúcares e produtos de confeitaria (HS 17), cacau (HS 18), produtos de padaria, pastelaria e biscoitaria (HS 19) e preparações alimentícias diversas (HS 21), convergindo com estudos que destacam esses grupos como alvos frequentes de micotoxinas (Wu, 2004; Cheli et al., 2014; Copetti et al., 2014; Omotayo et al., 2019).

O coeficiente de 1,794 para cereais, por exemplo, sugere que após a recusa na UE, a reorientação comercial é particularmente intensa nesse segmento, em linha com as evidências de Shiratori et al. (2017) que abordam o esforço de realocação de milho e arroz contaminados. Para cacau, o valor também alto (2,031) confirma o alerta de Focker (2019) e Copetti et al., (2014) sobre a incidência de ocratoxina A e aflatoxinas em amêndoas de cacau mal fermentadas. Neste caso, os fundos tendem a se concentrar nas cascas dos grãos e não podem ser totalmente eliminadas no processamento, podendo haver contaminação em chocolate acabado, cuja rejeição estimula a busca por mercados alternativos. Quanto às preparações à base de cereais e farinhas (HS19), o coeficiente de 1,984 sinaliza redirecionamento análogo, pois basta a presença de um ingrediente contaminado para o produto final ser barrado, tal como discutido por Baylis et al. (2011).

Resultados omitidos para os setores 13 e 15 são justificados pela ausência de

rejeições para esses setores. Em outros, os coeficientes não demonstram significância estatística ou podem ser negativos, a exemplo de resíduos e desperdícios alimentares (HS23), o que pode indicar, nesse caso, que mercadorias rejeitadas não encontram facilmente novos destinos devido aos riscos fitossanitários envolvidos. O consumo de rações contaminadas pode ter efeitos potencialmente letais aos animais, conforme destacado por Wu (2007), que documentou a morte de cavalos; e Focker (2019), que discutiu como a ração contaminada pode propagar contaminação de aflatoxina para o leite, a partir do consumo de ração e milho contaminados pela aflatoxina M.

A tabela 9 apresenta os resultados mais detalhados ao nível de renda e setor, para as variáveis defasadas. Os resultados para PD e PED indicam que as rejeições por micotoxinas geram desvio de comércio em ambos os grupos, porém com magnitudes e persistências diferentes. O coeficiente associado às rejeições presentes (sem defasagem) aparece mais alto nos PD e mantém-se para as rejeições do passado ( $t-1$ ), sinalizando que a memória regulatória ainda pesa no ano seguinte, mas não é significativo para rejeições em  $t-2$ . Já nos PED, os efeitos passados são inexpressivos, possivelmente porque os padrões de controle adotados por muitas dessas nações não exigem revisões contínuas ou tornam o custo de readequação menor.

**Tabela 9:** Análise dos determinantes do desvio de comércio: análise amostral, rejeições defasadas.

| Nível de renda                        |                      | Setor                                    |                      |                                          |                     |                                          |                     |
|---------------------------------------|----------------------|------------------------------------------|----------------------|------------------------------------------|---------------------|------------------------------------------|---------------------|
| Variáveis<br>(PPMLHDFE - $x_{jikt}$ ) | Equação<br>(6.a)     | Variáveis<br>(PPMLHDFE -<br>$x_{jikt}$ ) | Equação<br>(6.a)     | Variáveis<br>(PPMLHDFE -<br>$x_{jikt}$ ) | (Continua)          | Variáveis<br>(PPMLHDFE -<br>$x_{jikt}$ ) | (Conclusão)         |
| $\ln UERejects_{ikt}^{PD}$            | 0,336***<br>(0,076)  | $\ln UERejects_{ikt}^7$                  | -0,077<br>(0,155)    | $\ln UERejects_{ikt-1}^7$                | 0,082<br>(0,055)    | $\ln UERejects_{ikt-2}^7$                | 0,385<br>(0,237)    |
| $\ln UERejects_{ikt-1}^{PD}$          | 0,208***<br>(0,047)  | $\ln UERejects_{ikt}^8$                  | 0,407***<br>(0,067)  | $\ln UERejects_{ikt-1}^8$                | -0,070**<br>(0,034) | $\ln UERejects_{ikt-2}^8$                | 0,461***<br>(0,044) |
| $\ln UERejects_{ikt-2}^{PD}$          | 0,052<br>(0,107)     | $\ln UERejects_{ikt}^9$                  | 0,094<br>(0,062)     | $\ln UERejects_{ikt-1}^9$                | 0,167***<br>(0,061) | $\ln UERejects_{ikt-2}^9$                | 0,100<br>(0,070)    |
| $\ln UERejects_{ikt}^{PED}$           | 0,371***<br>(0,114)  | $\ln UERejects_{ikt}^{10}$               | 1,366***<br>(0,147)  | $\ln UERejects_{ikt-1}^{10}$             | 1,316***<br>(0,173) | $\ln UERejects_{ikt-2}^{10}$             | 0,868***<br>(0,221) |
| $\ln UERejects_{ikt-1}^{PED}$         | -0,002<br>(0,053)    | $\ln UERejects_{ikt}^{11}$               | -1,387***<br>(0,529) | $\ln UERejects_{ikt-1}^{11}$             | -1,232**<br>(0,583) | $\ln UERejects_{ikt-2}^{11}$             | -1,008**<br>(0,411) |
| $\ln UERejects_{ikt-2}^{PED}$         | -0,088<br>(0,128)    | $\ln UERejects_{ikt}^{12}$               | 0,126<br>(0,108)     | $\ln UERejects_{ikt-1}^{12}$             | -0,100<br>(0,079)   | $\ln UERejects_{ikt-2}^{12}$             | -0,105<br>(0,139)   |
| $\ln(1 + tariff_{ijkt})$              | -0,173***<br>(0,047) | $\ln UERejects_{ikt}^{13}$               | -                    | $\ln UERejects_{ikt-1}^{13}$             | -                   | $\ln UERejects_{ikt-2}^{13}$             | -                   |
| $RTA_{ijt}$                           | 0,118**<br>(0,057)   | $\ln UERejects_{ikt}^{15}$               | -                    | $\ln UERejects_{ikt-1}^{15}$             | -                   | $\ln UERejects_{ikt-2}^{15}$             | -                   |
| Constante                             | 9,565***<br>(0,091)  | $\ln UERejects_{ikt}^{17}$               | -                    | $\ln UERejects_{ikt-1}^{17}$             | -                   | $\ln UERejects_{ikt-2}^{17}$             | 0,905<br>(0,856)    |
| -                                     | -                    | $\ln UERejects_{ikt}^{18}$               | 2,020***             | $\ln UERejects_{ikt-1}^{18}$             | 1,728***            | $\ln UERejects_{ikt-2}^{18}$             | 1,750***            |

|                        |                     |                            |                     |                              |                      |                              |                      |
|------------------------|---------------------|----------------------------|---------------------|------------------------------|----------------------|------------------------------|----------------------|
|                        |                     |                            | (0,235)             |                              | (0,335)              |                              | (0,322)              |
| -                      | -                   | $\ln UERejects_{ikt}^{19}$ | -0,059<br>(1,177)   | $\ln UERejects_{ikt-1}^{19}$ | -2,540***<br>(0,553) | $\ln UERejects_{ikt-2}^{19}$ | 1,816***<br>(0,178)  |
| -                      | -                   | $\ln UERejects_{ikt}^{20}$ | 0,279***<br>(0,039) | $\ln UERejects_{ikt-1}^{20}$ | 0,412***<br>(0,061)  | $\ln UERejects_{ikt-2}^{20}$ | 0,469***<br>(0,078)  |
| -                      | -                   | $\ln UERejects_{ikt}^{21}$ | 3,156***<br>(0,610) | $\ln UERejects_{ikt-1}^{21}$ | 3,235***<br>(0,582)  | $\ln UERejects_{ikt-2}^{21}$ | 3,091***<br>(0,496)  |
| -                      | -                   | $\ln UERejects_{ikt}^{22}$ |                     | $\ln UERejects_{ikt-1}^{22}$ |                      | $\ln UERejects_{ikt-2}^{22}$ | -                    |
| -                      | -                   | $\ln UERejects_{ikt}^{23}$ | -1,092**<br>(0,509) | $\ln UERejects_{ikt-1}^{23}$ | -1,331**<br>(0,575)  | $\ln UERejects_{ikt-2}^{23}$ | -1,144**<br>(0,541)  |
| -                      | -                   | -                          | -                   | -                            | -                    | $\ln(1 + tariff_{ijkt})$     | -0,170***<br>(0,048) |
| -                      | -                   | -                          | -                   | -                            | -                    | $RTA_{ijt}$                  | 0,117**<br>(0,057)   |
| -                      | -                   | -                          | -                   | -                            | -                    | Constante                    | 9,553***<br>(0,091)  |
| Obs,<br>R <sup>2</sup> | 18.576.147<br>0,554 | -                          | -                   | -                            | -                    | -                            | 18.576.147<br>0,555  |

Nota: Erros-padrão robustos agrupados por par de países entre parênteses. \*  $p < 0,10$ . \*\*  $p < 0,05$ . \*\*\*  $p < 0,01$ . Efeitos fixos de importador-setor-ano, exportador-setor-ano e importador-exportador incluídos em todas as regressões. Valores ausentes na variável dependente foram substituídos por zero, indicando a ausência de comércio bilateral para a combinação de país, produto e ano. Os valores entre parênteses se referem aos erros-padrão robustos.

Em termos setoriais, embora as rejeições atuais induzam ao desvio de comércio em alguns segmentos, a persistência do efeito se manifesta após um e até dois anos. Alguns grupos se destacam pela magnitude e pela consistência dos coeficientes. Por exemplo, cereais (HS10) exibem impactos elevados em  $t-1$  e  $t-2$ , sugerindo que os exportadores continuam “fugindo” do rigor europeu mesmo depois de algum tempo, em parte pela dificuldade de eliminar fungos já na armazenagem. O mesmo ocorre com cacau (HS18). As rejeições impulsionam o direcionamento a mercados menos exigentes por pelo menos dois anos, o que confirma a literatura que associa a incidência de micotoxinas à terra inadequada e ao controle imperfeito de umidade. Em preparações alimentícias diversas (HS21), os coeficientes são ainda mais elevados, indicando que, quando há recorrência de bloqueios, a estratégia de enviar esses produtos a outros destinos se prolonga, possivelmente por envolver múltiplos insumos e exigir certificações adicionais na UE.

Em sentido inverso, setores como resíduos industriais (HS23), que contém resíduos de soja e milho para produção de ração, nota-se coeficientes negativos após as rejeições, o que sugere pouca viabilidade de redirecionar subprodutos contaminados: em vez de conseguirem escoá-los para destinos alternativos, os exportadores podem perder a mercadoria. Essas evidências podem indicar que a intensidade do desvio (e sua continuidade no tempo) depende do quão persistente é a contaminação por fungos em cada cadeia e da possibilidade de alocá-la em

mercados com menor ou diferente rigor regulatório.

A tabela 10 expõe resultados focados na variável de reputação, bem como em efeitos de rejeições por micotoxinas desagregados por nível de renda (PD e PED) e por setor. A “má reputação”, entendida como histórico de incidentes sucessivos, se associa a desvio de comércio mais intenso para países desenvolvidos fora da UE (coeficiente de 1,501) do que para países em desenvolvimento (0,799). Isso indica que, quando exportadores de PD acumulam um histórico negativo de conformidade, desviam volumes de exportação em magnitude cerca de 50 % maior do que o observado para exportadores de PED. Isso implica que economias mais avançadas, apesar de disporem de padrões regulatórios elevados, lidam com alternativas de destino mais facilmente para lotes rejeitados por micotoxinas, comparado aos mercados de economias em desenvolvimento, que desviam em menor escala.

**Tabela 10:** Análise dos determinantes do desvio de comércio: análise amostral, reputação.

| Nível de renda                        |                      | Setor                                 |                      |
|---------------------------------------|----------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Variáveis<br>(PPMLHDFE - $x_{ijkt}$ ) | Equação (7)          | Variáveis<br>(PPMLHDFE - $x_{ijkt}$ ) | Equação (7)          |
| $\ln UEReputation_{ikt}^{PD}$         | 1,501***<br>(0,218)  | $\ln UERejects_{ikt}^7$               | 0,161<br>(0,499)     |
| $\ln UEReputation_{ikt}^{PED}$        | 0,799**<br>(0,344)   | $\ln UERejects_{ikt}^8$               | 2,041***<br>(0,258)  |
| $\ln(1 + tariff_{ijkt})$              | -0,194***<br>(0,046) | $\ln UERejects_{ikt}^9$               | 0,296<br>(0,228)     |
| $RTA_{ijt}$                           | 0,092*<br>(0,054)    | $\ln UERejects_{ikt}^{10}$            | 3,347***<br>(0,265)  |
| Constante                             | 9,592***<br>(0,087)  | $\ln UERejects_{ikt}^{11}$            | 0,493<br>(0,921)     |
| -                                     | -                    | $\ln UERejects_{ikt}^{12}$            | -0,044<br>(0,431)    |
| -                                     | -                    | $\ln UERejects_{ikt}^{13}$            | -                    |
| -                                     | -                    | $\ln UERejects_{ikt}^{15}$            | -                    |
| -                                     | -                    | $\ln UERejects_{ikt}^{17}$            | -                    |
| -                                     | -                    | $\ln UERejects_{ikt}^{18}$            | -                    |
| -                                     | -                    | $\ln UERejects_{ikt}^{19}$            | -                    |
| -                                     | -                    | $\ln UERejects_{ikt}^{20}$            | 2,864***<br>(0,363)  |
| -                                     | -                    | $\ln UERejects_{ikt}^{21}$            | -                    |
| -                                     | -                    | $\ln UERejects_{ikt}^{22}$            | -                    |
| -                                     | -                    | $\ln UERejects_{ikt}^{23}$            | -                    |
| -                                     | -                    | $\ln(1 + tariff_{ijkt})$              | -0,191***<br>(0,046) |
| -                                     | -                    | $RTA_{ijt}$                           | 0,093***<br>(0,054)  |
| -                                     | -                    | Constante                             | 9,587***             |

|                |            |   |            |
|----------------|------------|---|------------|
|                |            |   | (0,088)    |
| Obs,           | 20.769.701 | - | 20.769.701 |
| R <sup>2</sup> | 0,555      |   | 0,555      |

Nota: Erros-padrão robustos agrupados por par de países entre parênteses. \*  $p < 0,10$ . \*\*  $p < 0,05$ . \*\*\*  $p < 0,01$ . Efeitos fixos de importador-setor-ano, exportador-setor-ano e importador-exportador incluídos em todas as regressões. Valores ausentes na variável dependente foram substituídos por zero, indicando a ausência de comércio bilateral para a combinação de país, produto e ano. Os valores entre parênteses se referem aos erros-padrão robustos.

Entre os setores, os maiores efeitos de reputação aparecem naqueles com maiores exigências fitossanitárias e valor agregado elevado. Os coeficientes mais altos estão associados, por exemplo, ao código 10 (coeficiente 3,347\*\*\*), indicando que esse setor (produtos hortícolas frescos ou processados) sofre desvio de comércio muito acentuado quando há histórico de rejeições. Outro setor de destaque é o de código 8 (frutas e nozes), que também apresentam sensibilidade elevada a problemas de reputação. Já setores com coeficientes próximos a zero ou não estimados (ausentes na tabela) não registraram desvios acima da média quinquenal, o que sugere que, neles, a reputação negativa tem menor capacidade de alterar rotas comerciais ou há substitutos de destino limitados.

De modo geral, as estimações indicam que as rejeições de produtos contaminados por micotoxinas estimulam o desvio de comércio de maneira considerável, tanto no período corrente como em defasagens de um ano, ainda que o efeito tenda a se dissipar ao longo do tempo. A análise setorial reforça que alguns itens agrícolas são mais propensos a sofrer desvio, intensificando seu redirecionamento para mercados não europeus. Também se destaca o efeito do histórico de violações: exportadores sujeitos a sucessivas rejeições tendem a adquirir uma reputação negativa, o que intensifica o desvio de fluxos comerciais. Por fim, tarifas e acordos preferenciais seguem o padrão previsto na literatura gravitacional, afetando a competitividade e as rotas de exportação.

No detalhamento setorial, coeficientes elevados para alguns grupos de produtos (p. ex., 2,041 em Preparações de frutas e nozes HS08; 3,347 em Cereais HS10; 2,864 em Preparações de produtos hortícolas e frutas HS20) chamam atenção. Eles sugerem que rejeições recorrentes nesses segmentos elevam a probabilidade de redirecionamento comercial. Por outro lado, certos setores aparecem sem coeficientes devido à ausência ou baixa incidência de rejeições para aqueles itens, o que inviabilizou a estimação ou resultou em coeficientes estatisticamente frágeis. Assim, constata-se que a reputação negativa exerce efeitos sobre exportadores de alguns setores e não afeta outros, possivelmente porque nem

todos acumulam rejeições suficientes para ativar controles aduaneiros extras nos mercados de destino.

#### 4.3.1. Robustez

Para avaliar a robustez do modelo estimado a partir da equação (6) e verificar a consistência dos resultados, especificações alternativas foram testadas. Primeiro, utiliza-se variável binária para indicar a ocorrência de rejeições, a fim de investigar se apenas o fato de haver casos de rejeição, desconsiderando sua frequência, produz desvio de comércio. Além disso, elaborou-se outra estimativa substituindo os efeitos fixos de pares de países pelas variáveis padrões do modelo gravitacional, como distância bilateral  $\ln(dist_{ij})$ , contiguidade  $cont_{ij}$ , idioma comum  $comlang_{ij}$  e relação colonial  $col_{ij}$ . O intuito da última equação é observar as alterações de magnitude nessa estimação e compreender o poder preditivo do modelo com efeitos fixos. A tabela 11 mostra as estimativas das equações (11) e (12), e as equações (6.a) e (7) com as variáveis tradicionais do modelo gravitacional em substituição ao efeito fixo de par de países.

**Tabela 11:** Robustez: uso de dummies para a variável rejeição e substituição dos efeitos fixos de pares de países.

| Variáveis<br>(PPMLHDFE - $x_{ijkt}$ ) | Equação (11)         | Equação (12)         | Equação (6,a)<br>sem efeitos fixos de pares | Equação (7) sem<br>efeitos fixos de pares |
|---------------------------------------|----------------------|----------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------|
| $URejects_{ikt}$                      | 0,957***<br>(0,249)  | -                    | -                                           | -                                         |
| $\ln URejects_{ikt}$                  | -                    | 0,396***<br>(0,093)  | 0,347***<br>(0,080)                         | -                                         |
| $\ln URejects_{ikt-1}$                | -                    | -                    | 0,091**<br>(0,040)                          | -                                         |
| $\ln URejects_{ikt-2}$                | -                    | -                    | -0,027<br>(0,094)                           | -                                         |
| $Reputation_{ikt}$                    | -                    | -                    | -                                           | 1,082***<br>(0,264)                       |
| $\ln(1 + tariff_{ijkt})$              | -0,195***<br>(0,046) | -0,206***<br>(0,045) | -0,185***<br>(0,046)                        | -0,205***<br>(0,045)                      |
| $RTA_{ijt}$                           | 0,093*<br>(0,054)    | 0,383***<br>(0,077)  | 0,394***<br>(0,079)                         | 0,383***<br>(0,077)                       |
| $\ln(dist_{ij})$                      | -                    | -0,813***<br>(0,050) | -0,810***<br>(0,051)                        | -0,813***<br>(0,050)                      |
| $cont_{ij}$                           | -                    | 0,384***<br>(0,143)  | 0,370**<br>(0,144)                          | 0,384***<br>(0,143)                       |
| $comlang_{ij}$                        | -                    | 0,073<br>(0,097)     | 0,079<br>(0,097)                            | 0,073<br>(0,097)                          |
| $col_{ij}$                            | -                    | 0,775***<br>(0,219)  | 0,770***<br>(0,224)                         | 0,774***<br>(0,219)                       |
| <i>Constante</i>                      | 9,587***<br>(0,086)  | 0,396***<br>(0,093)  | -0,185***<br>(0,046)                        | 16,001***<br>(0,474)                      |
| Obs,                                  | 20.769.701           | 18.576.147           | 20.769.701                                  | 20.781.916                                |

|                |       |       |       |       |
|----------------|-------|-------|-------|-------|
| R <sup>2</sup> | 0,555 | 0,554 | 0,555 | 0,515 |
|----------------|-------|-------|-------|-------|

Nota: Erros-padrão robustos agrupados por par de países entre parênteses. \*  $p < 0,10$ . \*\*  $p < 0,05$ . \*\*\*  $p < 0,01$ . Efeitos fixos de importador-setor-ano, exportador-setor-ano e importador-exportador incluídos em todas as regressões. Valores ausentes na variável dependente foram substituídos por zero, indicando a ausência de comércio bilateral para a combinação de país, produto e ano. Os valores entre parênteses se referem aos erros-padrão robustos.

É proposto na seção 3.2.2. realizar as equações por nível de renda e por setores como subamostras, ao invés de usar *dummies* com interação. Os resultados são apresentados nas tabelas 12 e 13. Em todos os casos, há consistência dos resultados em termos de magnitude, sinal e significância, indicando que os modelos, de uma forma geral, são robustos.

**Tabela 12:** Robustez: efeitos da rejeição para subamostras de renda.

| Variáveis<br>(PPMLHDFE - $x_{ijkt}$ ) | Equação (6)<br>PD   | Equação (6.a)<br>PD | Equação (7)<br>PD   | Equação (6)<br>PED   | Equação<br>(6.a)<br>PED | Equação (7)<br>PED   |
|---------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|
| $\ln UERejects_{ikt}$                 | 0,583***<br>(0,071) | 0,350***<br>(0,081) | -                   | 0,275**<br>(0,129)   | 0,370***<br>(0,115)     | -                    |
| $\ln UERejects_{ikt-1}$               | -                   | 0,212***<br>(0,052) | -                   | -                    | -0,004<br>(0,053)       | -                    |
| $\ln UERejects_{ikt-2}$               | -                   | 0,067<br>(0,109)    | -                   | -                    | -0,097<br>(0,128)       | -                    |
| $Reputation_{ikt}$                    | -                   | -                   | 1,573<br>(0,236)*** | -                    | -                       | 0,784**<br>(0,341)   |
| $\ln(1 + tariff_{ijkt})$              | -0,144**<br>(0,064) | -0,146**<br>(0,063) | -0,143<br>(0,064)** | -0,249***<br>(0,069) | -0,204***<br>(0,074)    | -0,248***<br>(0,068) |
| $RTA_{ijt}$                           | 0,064<br>(0,042)    | 0,080*<br>(0,044)   | 0,064<br>(0,042)    | 0,242*<br>(0,133)    | 0,296**<br>(0,142)      | 0,242*<br>(0,133)    |
| Constante                             | 9,377***<br>(0,085) | 9,384***<br>(0,083) | 9,379<br>(0,086)*** | 9,872***<br>(0,164)  | 9,772***<br>(0,182)     | 9,872***<br>(0,164)  |
| Obs.                                  | 6.829.741           | 6.119.645           | 6.829.741           | 13.851.252           | 12.391.414              | 13.851.252           |
| R <sup>2</sup>                        | 0,569               | 0,569               | 0,568               | 0,555                | 0,553                   | 0,555                |

Nota: Erros-padrão robustos agrupados por par de países entre parênteses. \*  $p < 0,10$ . \*\*  $p < 0,05$ . \*\*\*  $p < 0,01$ . Efeitos fixos de importador-setor-ano, exportador-setor-ano e importador-exportador incluídos em todas as regressões. Valores ausentes na variável dependente foram substituídos por zero, indicando a ausência de comércio bilateral para a combinação de país, produto e ano. Os valores entre parênteses se referem aos erros-padrão robustos.

**Tabela 12:** Robustez: efeitos da rejeição para subamostras de setores.

| Setores                  | 07                   |                      |                      | 08                   |                      |                      | 09                   |                      |                      | 10                   |                      |                      |
|--------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Variáveis                | Eq. (6)              | Eq. (6a)             | Eq. (7)              | Eq. (6)              | Eq. (6a)             | Eq. (7)              | Eq. (6)              | Eq. (6a)             | Eq. (7)              | Eq. (6)              | Eq. (6a)             | Eq. (7)              |
| $\ln UERejects_{ikt}$    | 0,720***<br>(0,082)  | 0,407***<br>(0,067)  | -                    | 0,720***<br>(0,082)  | 0,407***<br>(0,067)  | -                    | 0,358***<br>(0,084)  | 0,087<br>(0,065)     | -                    | 1,786***<br>(0,168)  | 1,356***<br>(0,150)  | -                    |
| $\ln UERejects_{ikt-1}$  | -                    | -0,071**<br>(0,034)  | -                    | -                    | -0,071**<br>(0,034)  | -                    | -                    | 0,186***<br>(0,070)  | -                    | -                    | 1,321***<br>(0,177)  | -                    |
| $\ln UERejects_{ikt-2}$  | -                    | 0,457***<br>(0,045)  | -                    | -                    | 0,457***<br>(0,045)  | -                    | -                    | 0,155**<br>(0,072)   | -                    | -                    | 0,880***<br>(0,224)  | -                    |
| $Reputation_{ikt}$       | -                    | -                    | 2,028<br>(0,259)     | -                    | -                    | 2,028<br>(0,259)     | -                    | -                    | 0,396**<br>(0,197)   | -                    | -                    | 3,381***<br>(0,292)  |
| $\ln(1 + tariff_{ijkt})$ | -0,232***<br>(0,064) | -0,222***<br>(0,063) | -0,236***<br>(0,063) | -0,232***<br>(0,064) | -0,222***<br>(0,063) | -0,236***<br>(0,063) | -0,993***<br>(0,113) | -0,977***<br>(0,113) | -0,992***<br>(0,113) | -0,095<br>(0,061)    | -0,088<br>(0,061)    | -0,094<br>(0,061)    |
| $RTA_{ijt}$              | 0,273**<br>(0,116)   | 0,277**<br>(0,120)   | 0,270**<br>(0,115)   | 0,273**<br>(0,116)   | 0,277**<br>(0,120)   | 0,270**<br>(0,115)   | 0,231***<br>(0,084)  | 0,285***<br>(0,086)  | 0,232<br>(0,084)     | -0,008<br>(0,157)    | 0,018<br>(0,155)     | -0,008<br>(0,158)    |
| Constante                | 9,045***<br>(0,125)  | 9,062***<br>(0,127)  | 9,065***<br>(0,124)  | 9,045***<br>(0,125)  | 9,062***<br>(0,127)  | 9,065***<br>(0,124)  | 9,326***<br>(0,114)  | 9,314***<br>(0,116)  | 9,329***<br>(0,114)  | 10,504***<br>(0,124) | 10,468***<br>(0,132) | 10,520***<br>(0,124) |
| Obs.                     | 2.263.910            | 2.008.490            | 2.263.910            | 2.263.910            | 2.008.490            | 2.263.910            | 1.315.175            | 1.168.917            | 1.315.175            | 541.312              | 477.312              | 541.312              |
| R <sup>2</sup>           | 0,542                | 0,542                | 0,539                | 0,542                | 0,542                | 0,539                | 0,545                | 0,542                | 0,545                | 0,538                | 0,536                | 0,535                |
| Setores                  | 11                   |                      |                      | 12                   |                      |                      | 13                   |                      |                      | 15                   |                      |                      |
| Variáveis                | Eq. (6)              | Eq. (6a)             | Eq. (7)              | Eq. (6)              | Eq. (6a)             | Eq. (7)              | Eq. (6)              | Eq. (6a)             | Eq. (7)              | Eq. (6)              | Eq. (6a)             | Eq. (7)              |
| $\ln UERejects_{ikt}$    | -0,655<br>(0,472)    | -1,365***<br>(0,526) | -                    | -0,096<br>(0,192)    | 0,100<br>(0,111)     | -                    | -                    | -                    | -                    | -                    | -                    | -                    |
| $\ln UERejects_{ikt-1}$  | -                    | -1,225**<br>(0,579)  | -                    | -                    | -0,108<br>(0,078)    | -                    | -                    | -                    | -                    | -                    | -                    | -                    |
| $\ln UERejects_{ikt-2}$  | -                    | -0,996**<br>(0,409)  | -                    | -                    | -0,106<br>(0,143)    | -                    | -                    | -                    | -                    | -                    | -                    | -                    |
| $Reputation_{ikt}$       | -                    | -                    | 0,442<br>(0,878)     | -                    | -                    | -0,116<br>(0,457)    | -                    | -                    | -                    | -                    | -                    | -                    |
| $\ln(1 + tariff_{ijkt})$ | -0,245**<br>(0,095)  | -0,270***<br>(0,088) | -0,245**<br>(0,095)  | -0,034<br>(0,094)    | 0,043<br>(0,105)     | -0,036<br>(0,093)    | -0,504**<br>(0,232)  | -0,514**<br>(0,241)  | -0,504**<br>(0,232)  | -0,510***<br>(0,117) | -0,460***<br>(0,121) | -0,510***<br>(0,117) |
| $RTA_{ijt}$              | -0,040<br>(0,089)    | 0,004<br>(0,100)     | -0,040<br>(0,089)    | 0,151<br>(0,115)     | 0,071<br>(0,107)     | 0,151<br>(0,115)     | -0,087<br>(0,104)    | 0,000<br>(0,091)     | -0,087<br>(0,104)    | 0,374<br>(0,275)     | 0,446<br>(0,294)     | 0,374<br>(0,275)     |
| Constante                | 8,394***<br>(0,193)  | 8,428***<br>(0,183)  | 8,394***<br>(0,193)  | 11,065***<br>(0,191) | 10,963***<br>(0,218) | 11,065***<br>(0,191) | 9,093***<br>(0,258)  | 9,155***<br>(0,264)  | 9,093***<br>(0,258)  | 10,124***<br>(0,306) | 10,004***<br>(0,320) | 10,124***<br>(0,306) |
| Obs.                     | 978.572              | 863.184              | 978.572              | 1.572.907            | 1.400.302            | 1.572.907            | 327.170              | 287.660              | 327.170              | 1.789.785            | 1.592.640            | 1.789.785            |
| R <sup>2</sup>           | 0,554                | 0,553                | 0,554                | 0,573                | 0,573                | 0,573                | 0,678                | 0,679                | 0,678                | 0,506                | 0,504                | 0,506                |
| Setores                  | 17                   |                      |                      | 18                   |                      |                      | 19                   |                      |                      | 20                   |                      |                      |
| Variáveis                | Eq. (6)              | Eq. (6a)             | Eq. (7)              | Eq. (6)              | Eq. (6a)             | Eq. (7)              | Eq. (6)              | Eq. (6a)             | Eq. (7)              | Eq. (6)              | Eq. (6a)             | Eq. (7)              |
| $\ln UERejects_{ikt}$    | 3,361***<br>(0,446)  | -                    | -                    | 1,992***<br>(0,235)  | 1,989***<br>(0,235)  | -                    | 1,978***<br>(0,136)  | -0,037<br>(1,174)    | -                    | 0,825***<br>(0,110)  | 0,258***<br>(0,041)  | -                    |
| $\ln UERejects_{ikt-1}$  | -                    | 0,882                | -                    | -                    | 1,725***             | -                    | -                    | -2,532***            | -                    | -                    | 0,399***             | -                    |

|                          |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                      |                      |                      |                     |                     |                     |
|--------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                          |                     | (0,852)             |                     |                     | (0,341)             |                     |                      | (0,562)              |                      |                     | (0,060)             |                     |
| $\ln UERejects_{ikt-2}$  | -                   | -                   | -                   | -                   | 1,766***<br>(0,327) | -                   | -                    | 1,821***<br>(0,176)  | -                    | -                   | 0,431***<br>(0,079) | -                   |
| $Reputation_{ikt}$       | -                   | -                   | -                   | -                   | -                   | -                   | -                    | -                    | -                    | -                   | -                   | 2,776***<br>(0,398) |
| $\ln(1 + tariff_{ijkt})$ | 0,084<br>(0,086)    | 0,133<br>(0,081)    | 0,084<br>(0,086)    | -0,201<br>(0,177)   | -0,191<br>(0,174)   | -0,201<br>(0,177)   | 9,541***<br>(0,177)  | 9,542***<br>(0,176)  | 9,542***<br>(0,177)  | 0,120*<br>(0,062)   | 0,120**<br>(0,058)  | 0,129**<br>(0,060)  |
| $RTA_{ijt}$              | 0,338**<br>(0,132)  | 0,441***<br>(0,156) | 0,338**<br>(0,132)  | -0,017<br>(0,110)   | -0,030<br>(0,121)   | -0,017<br>(0,110)   | 753,502<br>0,679     | 668,021<br>0,677     | 753,502<br>0,679     | -0,020<br>(0,071)   | -0,053<br>(0,072)   | -0,020<br>(0,072)   |
| Constante                | 8,896***<br>(0,187) | 8,760***<br>(0,187) | 8,896***<br>(0,187) | 9,433***<br>(0,266) | 9,437***<br>(0,264) | 9,433***<br>(0,266) | 9,541***<br>(0,177)  | 9,542***<br>(0,176)  | 9,542***<br>(0,177)  | 7,867***<br>(0,135) | 7,894***<br>(0,128) | 7,856***<br>(0,130) |
| Obs.                     | 615.200             | 544.704             | 615.200             | 414.799             | 368.896             | 414.799             | 753.502              | 668.021              | 753.502              | 2.089.674           | 1.858.644           | 2.089.674           |
| R <sup>2</sup>           | 0.565               | 0.565               | 0.565               | 0.649               | 0.649               | 0.649               | 0.679                | 0.677                | 0.679                | 0.594               | 0.594               | 0.593               |
| <b>Setores</b>           |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                      |                      |                      |                     |                     |                     |
|                          | <b>21</b>           |                     |                     | <b>22</b>           |                     |                     | <b>23</b>            |                      |                      |                     |                     |                     |
| <b>Variáveis</b>         | Eq. (6)             | Eq. (6a)            | Eq. (7)             | Eq. (6)             | Eq. (6a)            | Eq. (7)             | Eq. (6)              | Eq. (6a)             | Eq. (7)              |                     |                     |                     |
| $\ln UERejects_{ikt}$    | 3,375***<br>(0,586) | 3,389***<br>(0,589) | -                   | -                   | -                   | -                   | -0,968*<br>(0,538)   | -0,975*<br>(0,537)   | -                    |                     |                     |                     |
| $\ln UERejects_{ikt-1}$  | -                   | 3,445***<br>(0,588) | -                   | -                   | -                   | -                   | -                    | -1,483**<br>(0,600)  | -                    |                     |                     |                     |
| $\ln UERejects_{ikt-2}$  | -                   | 3,411***<br>(0,549) | -                   | -                   | -                   | -                   | -                    | -1,226**<br>(0,535)  | -                    |                     |                     |                     |
| $Reputation_{ikt}$       | -                   | -                   | -                   | -                   | -                   | -                   | -                    | -                    | -                    |                     |                     |                     |
| $\ln(1 + tariff_{ijkt})$ | 0,573***<br>(0,099) | 0,581***<br>(0,103) | 0,573***<br>(0,099) | -0,225<br>(0,193)   | -0,239<br>(0,195)   | -0,225<br>(0,193)   | -0,830***<br>(0,121) | -0,816***<br>(0,123) | -0,830***<br>(0,121) |                     |                     |                     |
| $RTA_{ijt}$              | 0,218**<br>(0,092)  | 0,195**<br>(0,099)  | 0,218**<br>(0,092)  | 0,164<br>(0,105)    | 0,113<br>(0,109)    | 0,164<br>(0,105)    | 0,187<br>(0,143)     | 0,148<br>(0,152)     | 0,187<br>(0,143)     |                     |                     |                     |
| Constante                | 7,879***<br>(0,229) | 7,916***<br>(0,235) | 7,880***<br>(0,229) | 9,817***<br>(0,247) | 9,911***<br>(0,248) | 9,817***<br>(0,247) | 10,434***<br>(0,185) | 10,478***<br>(0,196) | 10,434***<br>(0,185) |                     |                     |                     |
| Obs.                     | 686.272             | 610.432             | 686.272             | 870.210             | 772.266             | 870.210             | 787.543              | 698.027              | 787.543              |                     |                     |                     |
| R <sup>2</sup>           | 0,619               | 0,617               | 0,619               | 0,619               | 0,629               | 0,629               | 0,550                | 0,547                | 0,550                |                     |                     |                     |

Nota: Erros-padrão robustos agrupados por par de países entre parênteses. \* p < 0,10. \*\* p < 0,05. \*\*\* p < 0,01. Efeitos fixos de importador-setor-ano, exportador-setor-ano e importador-exportador incluídos em todas as regressões. Valores ausentes na variável dependente foram substituídos por zero, indicando a ausência de comércio bilateral para a combinação de país, produto e ano. Os valores entre parênteses se referem aos erros-padrão robustos.

## 5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitem retomar as hipóteses iniciais de que (i) rejeições por micotoxinas na UE induzem ao desvio de comércio e (ii) um histórico contínuo de inconformidades afeta a credibilidade do exportador, gerando uma reputação negativa que corrobora para os desvios de comércio. A presença desse indicador, compreendida neste estudo como uma contribuição à literatura, revela que a memória regulatória dos importadores, ao se deparar com sucessivos episódios de contaminação, intensifica a fiscalização e os custos de adequação, incentivando uma busca ainda maior por parceiros comerciais com exigências menos onerosas. Além disso, as análises confirmam que ocorrências recentes de rejeição produzem redirecionamentos das vendas para terceiros mercados, mas esse efeito se dissipa já no segundo ano após a rejeição, sem efeitos significativos sobre o desvio.

Os resultados também demonstram que os alertas europeus por micotoxinas alteram rotas de exportação com intensidade superior quando o emissor da carga é um país de alta renda. Essa resposta não ocorre de maneira homogênea: setores como cereais, cacau, preparações de frutas e produtos de panificação mostram maior sensibilidade, enquanto segmentos com registro esporádico de notificações permanecem relativamente estáveis. Isso indica que nem todos os setores da geram desvios de comércio, inclusive alguns não têm qualquer efeito, porque registraram poucas ou nenhuma ocorrência de rejeição. Em contraste, setores sujeitos a fungos com maior persistência, como cereais, cacau, frutas e preparações alimentícias, apresentaram resultados interessantes, com alta magnitude das rejeições sobre o desvio comercial.

Os achados contribuem para aprimorar a compreensão da dinâmica de mercado associada aos riscos à segurança alimentar e às práticas de desvio de comércio, aspectos de interesse para negociações internacionais e para políticas agrícolas e de saúde pública. Esse estudo também supre lacunas na literatura sobre comércio agrícola internacional, ao relacionar as rejeições por contaminação de micotoxinas à ocorrência de desvio de comércio.

Em todos os casos, os coeficientes estimados são robustos sob diversas regressões alternativas e validam as hipóteses estabelecidas. Entretanto, ainda que o estudo controle os fluxos desviados por tarifas, acordos preferenciais e

resistências multilaterais, representados por um conjunto de efeitos fixos, algumas limitações merecem menção: a análise concentra-se nas fronteiras da União Europeia, não acompanha o trajeto individual de cada lote recusado e depende de informações agregadas de comércio, o que restringe a observação de possíveis reprocessamentos antes da reexportação. Além disso, a ausência de bases equivalentes para outros países ou blocos impede a comparação direta da severidade regulatória e seu reflexo na dinâmica global.

Outra limitação diz respeito ao fato de que as estatísticas de rejeição capturam apenas o desfecho no ponto de entrada europeu e não revelam o esforço regulatório que cada exportador precisa despender para atender aos limites fixados pela UE. O Brasil ilustra esse dilema: a legislação brasileira estabelece valores máximos para um conjunto restrito de micotoxinas, deixando de regular outras toxinas já cobertas por normas internacionais. Dessa forma, um lote que esteja plenamente em conformidade com os padrões domésticos pode, ainda assim, ser barrado na Europa por ausência de referência legal nacional para determinadas substâncias.

O problema se agrava porque o grau de dificuldade varia entre exportadores. Se dois países pretendem vender milho: o primeiro já adota internamente um limite de 2 µg/kg para aflatoxina B, ao passo que a UE exige 1 µg/kg; o segundo, porém, opera com um teto doméstico de 10 µg/kg. Ambos aparecerão nas bases europeias como “rejeitados”, mas o hiato regulatório que o primeiro precisa transpor é mínimo quando comparado ao segundo. Como os dados utilizados no estudo não dispõe de uma métrica para essa distância normativa, nem para os custos tecnológicos e laboratoriais implicados em reduzi-la, as rejeições são tratadas de forma idêntica para os exportadores, assumindo que a adequação é apenas marginalmente superior ao parâmetro europeu. No entanto, para aqueles que enfrentam, a rejeição pode representar um salto regulatório mais oneroso.

No conjunto, essa análise destaca a relevância de acompanhar de modo contínuo o volume e a recorrência de rejeições. A adoção de estratégias preventivas, seja por meio de práticas agrícolas mais seguras ou por inspeções reforçadas, pode reduzir bloqueios no destino e atenuar a repercussão negativa para exportadores, inclusive em mercados fora da UE.

Os achados sugerem a conveniência de um esforço coordenado para

harmonizar metodologias analíticas, ampliar o reconhecimento mútuo de certificados fitossanitários e instituir uma plataforma internacional de rastreabilidade que integre, em tempo real, dados do RASFF à sistemas globais. Essa cooperação reduziria a duplicidade de testes, proveria previsibilidade aos exportadores e permitiria identificar rapidamente desvios de cargas potencialmente perigosas.

Paralelamente, recomenda-se a criação de instrumentos financeiros que apoiem produtores de países em desenvolvimento na adoção de tecnologias de pós-colheita, como silos com controle de umidade e embalagens antifúngicas, por exemplo, e de um selo de reputação fitossanitária positiva que ofereça, aos que mantêm bom histórico, inspeções menos frequentes e menor custo de conformidade. Dessa forma, políticas públicas alinhadas a esses resultados podem não apenas mitigar perdas econômicas e riscos à saúde, mas também promover maior previsibilidade e equidade no comércio agrícola internacional.

Por fim, embora o modelo gravitacional permita controlar por diversos fatores, estudos futuros poderiam investigar mecanismos microeconômicos em cada cadeia produtiva, bem como explorar indicadores de qualidade ou condições logísticas. Investigações adicionais envolvendo outros tipos de contaminantes e análises comparativas entre padrões internacionais, podem aprimorar a compreensão sobre a persistência dos efeitos reputacionais no comércio agrícola global.

## REFERÊNCIAS

Alshannaq, A., & Yu, J. H. (2017). Occurrence, toxicity, and analysis of major mycotoxins in food. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(6).

Anderson, J. E. (1979). A theoretical foundation for the gravity equation. *The American Economic Review*, 69(1), 106–116.

Anderson, J. E., & Van Wincoop, E. (2003). Gravity with gravitas: A solution to the border puzzle. *American Economic Review*, 93(1), 170–192.

Anderson, J. E., & Van Wincoop, E. (2004). Trade costs. *Journal of Economic Literature*, 42(3), 691–751.

Baylis, K., & Perloff, J. (2010). Trade diversion from tomato suspension agreements. *Canadian Journal of Economics*, 43(1), 127–151.

Baylis, K., Nogueira, L., & Pace, K. (2011). Food import refusals: Evidence from the European Union. *American Journal of Agricultural Economics*, 93(2), 566–572.

Beestermöller, M., Disdier, A. C., & Fontagné, L. (2018). Impact of European food safety border inspections on agri-food exports: Evidence from Chinese firms. *China Economic Review*, 48, 66–82.

Bergstrand, J. H. (1985). The gravity equation in international trade: Some microeconomic foundations and empirical evidence. *The Review of Economics and Statistics*, 67(3), 474–481.

Bispo, S. Q. A., Silva, F. A., Martins, M. M. V., Nonnenberg, M. J., Vianna, R. S., & Cruz, C. C. P. (2025). Traceability of agri-food products: The key to conscious trade [Texto para Discussão, 3101]. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

Bittencourt, D., Dias, J. A., & Alvares, V. S. (2012). Micotoxinas em amêndoas da castanheira-do-Brasil. *Tropical Plant Pathology*, 45º Congresso Brasileiro de Fitopatologia, Manaus.

Bohara, A. K., Gawande, K., & Sanguinetti, P. (2004). Trade diversion and declining tariffs: Evidence from Mercosur. *Journal of International Economics*, 64(1), 65–88.

Borchert, I., Larch, M., Shikher, S., & Yotov, Y. V. (2022). Disaggregated gravity: Benchmark estimates and stylized facts from a new database. *Review of International Economics*, 30(1), 113–136.

Bown, C. P., & Crowley, M. A. (2007). Trade deflection and trade depression. *Journal of International Economics*, 71(3), 176–201.

Carneiro, F. L., et al. (2022). TD 2775 – As medidas não tarifárias constituem barreiras ao comércio? Uma abordagem global e multissetorial. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

Carvalho, M., Turkman, K. F., & Rua, A. (2013). Dynamic threshold modelling and the US business cycle. *Journal of the Royal Statistical Society: Series C (Applied Statistics)*, 62(4), 535–550.

Cheli, F., Battaglia, D., Gallo, R., & Dell'Orto, V. (2014). EU legislation on cereal safety: An update with a focus on mycotoxins. *Food Control*, 37, 315–325.

Copetti, M. V., Iamanaka, B. T., Pitt, J. I., & Taniwaki, M. H. (2014). Fungi and mycotoxins in cocoa: From farm to chocolate. *International Journal of Food Microbiology*, 178, 13–20.

Correia, S., Guimarães, P., & Zylkin, T. (2019). PPMLHDFE: Stata module for Poisson pseudo-likelihood regression with multiple levels of fixed effects. *Statistical Software Components*. Boston College Department of Economics.

Cuello, D. T. M., et al. (2020). EU border rejections of unauthorized GM food and the trade deflection effects. *Italian Review of Agricultural Economics*, 75(2), 65–76.

Dai, M., Yotov, Y. V., & Zylkin, T. (2014). Sobre os efeitos de desvio de comércio dos acordos de livre comércio. *Economics Letters*, 122(2), 321–325.

Deardorff, A. V. (2010). Comment. In *Social Dimensions of U.S. Trade Policies* (pp. 162–165).

Eissa, F., & Younes, A. (2024). Fish contamination: Analysis of the EU RASFF notifications over the last 23 years. *Food Control*, 161, 110404.

Eissa, F., Sebaei, A. S., & Mohamed, M. E. B. (2024). Food additives and flavourings: Analysis of EU RASFF notifications from 2000 to 2022. *Journal of Food Composition and Analysis*, 130, 106137.

European Commission. (2003). Commission Implementing Regulation (EU) 493/2003 of 4 July 2003 imposing special conditions on the import of Brazil nuts in shell originating in or consigned from Brazil. *Official Journal of the European Union*.

European Commission. (2004). Commission Regulation (EC) No 683/2004 of 13 April 2004 amending Regulation (EC) No 466/2001 as regards aflatoxins and ochratoxin A in foods for infants and young children. *Official Journal of the European Union*.

European Commission. (2005). Commission Regulation (EC) No 123/2005 of 26 January 2005 amending Regulation No 466/2001 as regards ochratoxin A. *Official Journal of the European Union*.

European Commission. (2006). Commission Regulation (EC) No 1881/2006 of 19 December 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. *Official Journal of the European Union*.

European Commission. (2009a). Commission Regulation (EC) No 1152/2009 of 27 November 2009 imposing special conditions governing the import of certain

foodstuffs from certain third countries due to contamination risk by aflatoxins and repealing Decision 2006/504/EC. *Official Journal of the European Union*.

European Commission. (2012). Commission Regulation (EC) No 1058/2012 of 12 November 2012 amending Regulation (EC) No 1881/2006 as regards maximum levels of aflatoxins in dried figs. *Official Journal of the European Union*.

European Commission. (2016). Commission Implementing Regulation (EU) 2016/2106 of 1 December 2016 amending Implementing Regulation (EU) No 884/2014 imposing special conditions governing the import of spices from Ethiopia, groundnuts from Argentina and hazelnuts from Azerbaijan and amending the special conditions governing the import of dried figs and hazelnuts from Turkey and groundnuts from India. *Official Journal of the European Union*.

European Commission. (2019a). Commission Implementing Regulation (EU) 2019/890 of 27 May 2019 imposing special conditions governing the import of groundnuts from Gambia and Sudan and amending Regulation (EC) No 669/2009 and Implementing Regulation (EU) No 884/2014. *Official Journal of the European Union*.

European Commission. (2019b). Commission Implementing Regulation (EU) 2019/1793 of 22 October 2019 on the temporary increase of official controls and emergency measures governing the entry into the Union of certain goods from certain third countries implementing Regulations (EU) 2017/625 and (EC) No 178/2002 of the European Parliament and of the Council and repealing Commission Regulations (EC) No 669/2009, (EU) No 884/2014, (EU) 2015/175, (EU) 2017/186 and (EU) 2018/1660. *Official Journal of the European Union*.

Ezekiel, C. N., Ortega-Beltran, A., & Bandyopadhyay, R. (2019). The need for integrated approaches to address food safety risk: The case of mycotoxins in Africa. World Health Organization.

Focker, M. (2018). Methodological advances to improve the cost-effectiveness of monitoring for mycotoxins in cereal grains. *Risk Analysis*.

Fiankor, D. D. D., Curzi, D., & Olper, A. (2021). Trade, price and quality upgrading effects of agri-food standards. *European Review of Agricultural Economics*, 48(4), 835–877.

Freire, F. das C. O., et al. (2007). Micotoxinas: Importância na alimentação e na saúde humana e animal. Embrapa Agroindústria Tropical.

Guardone, L., Tinacci, L., Armani, A., & Trevisani, M. (2022). Residues of veterinary drugs in fish and fish products: An analysis of RASFF data over the last 20 years. *Food Control*, 135, 108780.

Hu, X., & He, C. (2020). Nontariff measures, trade deflection, and market expansion of exporters in China. *Growth and Change*, 51(3), 932–953.

Iamanaka, B. T., Oliveira, I. S., & Taniwaki, M. H. (2010). Micotoxinas em alimentos. *Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica*, 7, 138–161.

Inui, T., Obashi, A., & Yang, Q. (2024). Impact of border rejection experience on export performance: Firm-level evidence from China (IDE Discussion Papers No. 930). Institute of Developing Economies, Japan External Trade Organization (JETRO).

Jaffee, S., & Henson, S. (2004). Standards and agro-food exports from developing countries: Rebalancing the debate (World Bank Policy Research Working Paper No. 3348). World Bank.

Jaffee, S. F., et al. (2005). Trade Note (pp. 1–12).

Jadhav, S., & Ghosh, I. (2023). Future prospects of the gravity model of trade: A bibliometric review (1993–2021). *Foreign Trade Review*, 59(1), 26–61.

Jetzkowitz, M., Henson, S., & Olale, E. (2011). What do border rejections tell us about trade standards compliance of developing countries? Analysis of EU and US data 2002–2008 (UNIDO Working Paper).

Kareem, F. O., Martínez-Zarzoso, I., & Brümmer, B. (2023). What drives Africa's inability to comply with EU standards? Insights from Africa's institution and trade facilitation measures. *European Journal of Development Research*, 35, 938–973. <https://doi.org/10.1057/s41287-022-00547-9>

Kim, C. M., Kim, D. E., & Lim, S. S. (2023). Assessing the seafood trade diversion arising from economic sanctions: Evidence from Russia and Western countries. *Foods*, 12(21).

Marrez, D. A., & Ayeshe, A. M. (2022). Mycotoxins: The threat to food safety. *Egyptian Journal of Chemistry*, 65(1), 353–372.

Martins, M. M. V. (2021). Efeitos da regulamentação sobre o comércio de produtos agroalimentares [Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”].

- Martins, M. M. V., & Monteiro, V. M. (2024). Rejeições europeias e reputação do agronegócio brasileiro. *Revista de Política Agrícola*, 1–26.
- Munasib, A., & Roy, D. (2011). Mycotoxin regulations and trade (April), 1–36.
- Oliveira, M. M. (2024). A imagem ambiental do Brasil na política internacional e o impacto da reputação sobre o comércio agroindustrial [Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”].
- Omotayo, O. P., Omotayo, A. O., Mwanza, M., & Babalola, O. O. (2019). Prevalence of mycotoxins and their consequences on human health. *Toxicological Research*, 35(1), 1–7.
- Omran, M. S. Y. (2023). Some endogeneity issues, fixed-effects, and instrumental variable (IV) estimation.
- Otsuki, T., Wilson, J. S., & Sewadeh, M. (2001). Saving two in a billion. *Food Policy*, 26(5), 495–514.
- Owolabi, I. O., Karoonuthaisiri, N., Elliott, C. T., & Petchkongkaew, A. (2023). A 10-year analysis of RASFF notifications for mycotoxins in nuts. *Trends in Food Science & Technology*, 172, 112915.
- Park, S. (2009). The trade depressing and trade diversion effects of antidumping actions: The case of China. *China Economic Review*, 20(3), 542–548.
- Pham, U., Vo, U., Trinh, Q., & Le, H. (2024). Impact of Hong Kong–ASEAN Free Trade Agreement: An assessment from the trade creation and trade diversion perspectives. *Cogent Social Sciences*, 10(1), 2338501.
- Pinotti, L., et al. (2016). Mycotoxin contamination in the EU feed supply chain: A focus on cereal byproducts. *Toxins*, 8(2).
- Rahayu, W. P., et al. (2020). Economic losses estimation due to rejection of Indonesian exported food. *Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik*, 7(1), 13–24.
- Ravenstein, E. G. (1885). *The law of retail gravity*. W. J. Reilly.
- Samyal, S., & Sharma, A. (2023). Mycotoxins: Structure, biosynthesis, health effects, and their biological detoxification. In *Fungal Resources for Sustainable Economy* (pp. 479–508). Springer Nature Singapore.
- Sansi, O. (2021). Effect of Sub-Saharan African countries trading partners’ stringent sanitary and phytosanitary measures on Sub-Saharan African countries cocoa export income. *China-USA Business Review*, 20(6), 245–258.

Santeramo, F. G., & Lamonaca, E. (2019). The effects of non-tariff measures on agri-food trade: A review and meta-analysis of empirical evidence. *Journal of Agricultural Economics*, 70(3), 595–618.

Santeramo, F. G., & Lamonaca, E. (2022). On the trade effects of bilateral SPS measures in developed and developing countries. *The World Economy*, 45(10), 3109–3145.

Santos Silva, J. M. C., & Tenreyro, S. (2011). Further simulation evidence on the performance of the Poisson pseudo-maximum likelihood estimator. *Economics Letters*, 112(2), 220–222.

Silva, J. V. B. D., Oliveira, C. A. F. D., & Ramalho, L. N. Z. (2021). Uma visão geral das micotoxinas, seus efeitos patogênicos, alimentos onde são encontradas e seus biomarcadores diagnósticos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 42, e48520.

Shiratori, N., et al. (2017). Occurrence of *Penicillium brocae* and *Penicillium citreonigrum*, which produce a mutagenic metabolite and a mycotoxin citreoviridin, respectively, in selected commercially available rice grains in Thailand. *Toxins*, 9(6), 194.

Stein, A. J., & Rodríguez-Cerezo, E. (2010). Low-level presence of new GM crops: An issue on the rise for countries where they lack approval. *AgBioForum*, 13(2), 173–182.

Susser, L. D., & Ziebarth, M. (2018). An evaluation of common methods for dichotomization of continuous variables to discriminate disease status. *BMC Medical Research Methodology*, 18(1).

Taniwaki, M. H., et al. (2019). Understanding mycotoxin contamination across the food chain in Brazil: Challenges and opportunities. *Toxins*, 11(7), 411.

Tinbergen, J. (1962). *Shaping the world economy: Suggestions for an international economic policy*. Twentieth Century Fund.

Traoré, O. Z., Latouche, K., & Tamini, L. D. (2020). European's RASFF border rejections, African countries' reputation and exports of edible vegetables and fruits. *Cahier de recherche/Working Paper*, 5.

World Trade Organization (WTO). (2024a). Agreement on the application of sanitary and phytosanitary measures. Acesso em 21 de outubro de 2024, [https://www.wto.org/english/docs\\_e/legal\\_e/15sps\\_01\\_e.htm](https://www.wto.org/english/docs_e/legal_e/15sps_01_e.htm)

World Trade Organization (WTO). (2024b). Trade concerns: STC IMS ID 197 (SPS). Acesso em 12 de dezembro de 2024, <https://tradeconcerns.wto.org/en/stcs/details?imsId=197&domainId=SPS&searchTerm=OTA>

World Trade Organization (WTO). (2024c). Trade concerns: STC IMS ID 525 (SPS). Acesso em 18 de dezembro de 2024, <https://tradeconcerns.wto.org/en/stcs/details?imsId=525&domainId=SPS&searchTerm=AFLATOXIN%20B1>

Wu, F. (2004). Mycotoxin risk assessment for the purpose of setting international regulatory standards. *Environmental Science & Technology*, 38(15), 4049–4055.

Wu, F. (2007). Measuring the economic impacts of Fusarium toxins in animal feeds. *Animal Feed Science and Technology*, 137(3–4), 363–374.

Wu, F. (2008). Comment on “A tale of two commodities: How EU mycotoxin regulations have affected U.S. tree nut industries.” *World Mycotoxin Journal*, 1(2), 221–223.

Yotov, Y. (2021). The variation of gravity within countries (or 15 reasons why gravity should be estimated with domestic trade flows). *SSRN Electronic Journal*.

Yotov, Y. V., Piermartini, R., Monteiro, J. A., & Larch, M. (2016). An advanced guide to trade policy analysis: The structural gravity model. *World Trade Organization*.

## APÊNDICE A

**Tabela 1:** Principais exportadores e importadores (2008 a 2023).

| <b>Maiores importadores</b> | <b>Fluxo de comércio (US\$ trilhões)</b> | <b>%</b>   | <b>Maiores exportadores</b> | <b>Fluxo de comércio (US\$ trilhões)</b> | <b>%</b>   |
|-----------------------------|------------------------------------------|------------|-----------------------------|------------------------------------------|------------|
| Estados Unidos              | 1.741                                    | 17,8%      | Estados Unidos              | 1.828                                    | 15,2%      |
| China                       | 1.294                                    | 13,2%      | Brasil                      | 1.211                                    | 10,0%      |
| Japão                       | 593                                      | 6,1%       | Argentina                   | 633                                      | 5,3%       |
| Canadá                      | 478                                      | 4,9%       | Canadá                      | 628                                      | 5,2%       |
| Índia                       | 307                                      | 3,1%       | China                       | 605                                      | 5,0%       |
| Federação Russa             | 298                                      | 3,0%       | Indonésia                   | 513                                      | 4,3%       |
| República da Coreia         | 275                                      | 2,8%       | México                      | 494                                      | 4,1%       |
| México                      | 229                                      | 2,3%       | Índia                       | 373                                      | 3,1%       |
| Indonésia                   | 207                                      | 2,1%       | Tailândia                   | 363                                      | 3,0%       |
| Vietnã                      | 186                                      | 1,9%       | Malásia                     | 351                                      | 2,9%       |
| Hong Kong, China            | 183                                      | 1,9%       | Ucrânia                     | 339                                      | 2,8%       |
| Austrália                   | 170                                      | 1,7%       | Austrália                   | 338                                      | 2,8%       |
| Emirados Árabes Unidos      | 165                                      | 1,7%       | Turquia                     | 250                                      | 2,1%       |
| Turquia                     | 163                                      | 1,7%       | Chile                       | 244                                      | 2,0%       |
| Malásia                     | 157                                      | 1,6%       | Vietnã                      | 232                                      | 1,9%       |
| Suíça                       | 154                                      | 1,6%       | Federação Russa             | 226                                      | 1,9%       |
| Filipinas                   | 150                                      | 1,5%       | Suíça                       | 214                                      | 1,8%       |
| Arábia Saudita              | 146                                      | 1,5%       | África do Sul               | 193                                      | 1,6%       |
| Taiwan, China               | 141                                      | 1,4%       | Peru                        | 185                                      | 1,5%       |
| Brasil                      | 140                                      | 1,4%       | Costa do Marfim             | 158                                      | 1,3%       |
| Cingapura                   | 136                                      | 1,4%       | Colômbia                    | 139                                      | 1,2%       |
| Noruega                     | 113                                      | 1,2%       | Nova Zelândia               | 125                                      | 1,0%       |
| Egito, Rep. Árabe           | 112                                      | 1,1%       | Equador                     | 121                                      | 1,0%       |
| Líbano                      | 98                                       | 1,0%       | Costa Rica                  | 117                                      | 1,0%       |
| Tailândia                   | 90                                       | 0,9%       | Marrocos                    | 102                                      | 0,8%       |
| Colômbia                    | 87                                       | 0,9%       | Cingapura                   | 100                                      | 0,8%       |
| Bangladesh                  | 87                                       | 0,9%       | Filipinas                   | 98                                       | 0,8%       |
| Paquistão                   | 80                                       | 0,8%       | Guatemala                   | 97                                       | 0,8%       |
| África do Sul               | 75                                       | 0,8%       | República Árabe Síria       | 91                                       | 0,8%       |
| Chile                       | 74                                       | 0,8%       | Paraguai                    | 78                                       | 0,6%       |
| Argélia                     | 73                                       | 0,7%       | Egito, Rep. Árabe           | 77                                       | 0,6%       |
| Ucrânia                     | 64                                       | 0,7%       | Gana                        | 76                                       | 0,6%       |
| Marrocos                    | 62                                       | 0,6%       | República da Coreia         | 70                                       | 0,6%       |
| Nigéria                     | 61                                       | 0,6%       | Japão                       | 66                                       | 0,5%       |
| Nova Zelândia               | 57                                       | 0,6%       | Paquistão                   | 63                                       | 0,5%       |
| Kuwait                      | 51                                       | 0,5%       | Emirados Árabes Unidos      | 62                                       | 0,5%       |
| Peru                        | 51                                       | 0,5%       | Sérvia, FR                  | 61                                       | 0,5%       |
| Israel                      | 48                                       | 0,5%       | Israel                      | 54                                       | 0,5%       |
| Argentina                   | 44                                       | 0,4%       | Honduras                    | 52                                       | 0,4%       |
| Cazaquistão                 | 42                                       | 0,4%       | Quênia                      | 47                                       | 0,4%       |
| Bielorrússia                | 42                                       | 0,4%       | Uruguai                     | 44                                       | 0,4%       |
| Venezuela                   | 40                                       | 0,4%       | Irã, Rep. Islâmica          | 35                                       | 0,3%       |
| Irã, Rep. Islâmica          | 34                                       | 0,4%       | Nigéria                     | 33                                       | 0,3%       |
| Angola                      | 33                                       | 0,3%       | Sri Lanka                   | 32                                       | 0,3%       |
| Equador                     | 32                                       | 0,3%       | Cazaquistão                 | 31                                       | 0,3%       |
| Jordânia                    | 32                                       | 0,3%       | Myanmar                     | 31                                       | 0,3%       |
| Omã                         | 29                                       | 0,3%       | República Dominicana        | 30                                       | 0,3%       |
| Guatemala                   | 29                                       | 0,3%       | Bolívia                     | 29                                       | 0,2%       |
| Quênia                      | 29                                       | 0,3%       | Taiwan, China               | 29                                       | 0,2%       |
| República Dominicana        | 28                                       | 0,3%       | Camarões                    | 29                                       | 0,2%       |
| Sri Lanka                   | 24                                       | 0,2%       | Tunísia                     | 28                                       | 0,2%       |
| Catar                       | 23                                       | 0,2%       | Etiópia (exceto Eritreia)   | 28                                       | 0,2%       |
| Costa Rica                  | 23                                       | 0,2%       |                             |                                          |            |
| Senegal                     | 22                                       | 0,2%       |                             |                                          |            |
| Bósnia e Herzegovina        | 21                                       | 0,2%       |                             |                                          |            |
| El Salvador                 | 21                                       | 0,2%       |                             |                                          |            |
| Costa do Marfim             | 20                                       | 0,2%       |                             |                                          |            |
| Iêmen                       | 19                                       | 0,2%       |                             |                                          |            |
| Nepal                       | 18                                       | 0,2%       |                             |                                          |            |
| Honduras                    | 17                                       | 0,2%       |                             |                                          |            |
| Gana                        | 17                                       | 0,2%       |                             |                                          |            |
| Tunísia                     | 16                                       | 0,2%       |                             |                                          |            |
| Macau                       | 16                                       | 0,2%       |                             |                                          |            |
| Benin                       | 16                                       | 0,2%       |                             |                                          |            |
| Uruguai                     | 16                                       | 0,2%       |                             |                                          |            |
| <b>Total</b>                | <b>-</b>                                 | <b>95%</b> | <b>Total</b>                | <b>-</b>                                 | <b>95%</b> |

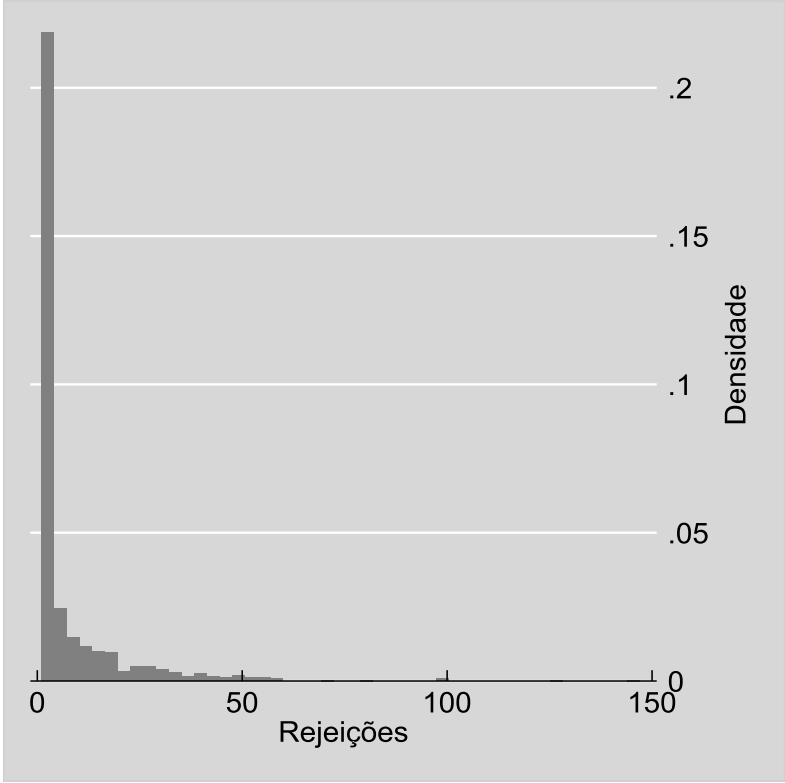
Fonte: Elaboração própria com base nos dados do WITS, 2025.

Tabela 2: Importação dos setores agrícolas pela UE (2008 a 2023).

| Setor | Descrição                                                                                                                             | US\$<br>trilhões | %     |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------|
| 08    | Frutas; cascas de frutos cítricos e de melões                                                                                         | 338              | 17,2% |
| 12    | Sementes e frutos oleaginosos; grãos, sementes e frutos diversos; plantas industriais ou medicinais; palhas e forragens               | 210              | 10,7% |
| 23    | Resíduos e desperdícios das indústrias alimentares; alimentos preparados para animais                                                 | 200              | 10,2% |
| 15    | Gorduras e óleos animais ou vegetais; produtos da sua dissociação; gorduras alimentares elaboradas; ceras de origem animal ou vegetal | 199              | 10,1% |
| 09    | Café, chá, mate e especiarias                                                                                                         | 195              | 9,9%  |
| 22    | Bebidas, líquidos alcoólicos e vinagres                                                                                               | 124              | 6,3%  |
| 18    | Cacau e suas preparações                                                                                                              | 122              | 6,2%  |
| 10    | Cereais                                                                                                                               | 113              | 5,7%  |
| 16    | Preparações de carne, de peixes ou de crustáceos, de moluscos ou de outros invertebrados aquáticos                                    | 112              | 5,7%  |
| 20    | Preparações de produtos hortícolas, de frutas ou de outras partes de plantas                                                          | 104              | 5,3%  |
| 07    | Produtos hortícolas, plantas, raízes e tubérculos, comestíveis.                                                                       | 86               | 4,3%  |
| 21    | Preparações alimentícias diversas                                                                                                     | 65               | 3,3%  |
| 17    | Açúcares e produtos de confeitaria                                                                                                    | 45               | 2,3%  |
| 19    | Preparações à base de cereais, farinhas, amidos, féculas ou leite; produtos de pastelaria                                             | 36               | 1,8%  |
| 13    | Gomas, resinas e outros sucos e extratos vegetais                                                                                     | 18               | 0,9%  |
| 11    | Produtos da indústria de moagem; malte; amidos e féculas; inulina; glúten de trigo                                                    | 5                | 0,2%  |

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do WITS, 2025.

Figura 2: Distribuição da variável rejeições (histograma).



Fonte: Elaboração própria com base nos dados do portal RASFF, 2024.

## APÊNDICE B

### Panorama das rejeições

Foram analisadas 27.292 notificações de rejeições registradas no portal RASFF entre 2008 a 2023. Deste total, 7.072 (26%) notificações estavam relacionadas à presença de micotoxinas. Para este estudo, foram selecionadas 6.657 rejeições referentes aos países exportadores em análise, representando 24,4% das rejeições totais registradas. Esse volume resulta em uma média de 417 medidas por ano, com o maior número registrado em 2008, com um total de 147 notificações. Neste ano, os produtos mais rejeitados foram pistaches originários do Irã.

Em novembro de 2012, a UE implementou uma mudança regulatória relevante ao aumentar os limites máximos permitidos de aflatoxina B1 e aflatoxinas totais em figos secos, passando de 2 µg/kg para 6 µg/kg e de 4 µg/kg para 10 µg/kg, respectivamente, conforme estabelecido no Regulamento (CE) Nº 1058/2012<sup>19</sup>. Essa alteração levou a um aumento expressivo no número de rejeições da fruta naquele ano, seguido por uma redução em 2013, com os casos caindo de 126, em 2012, para 39 no ano seguinte, uma queda de 69%. Esse declínio pode estar relacionado à adaptação dos exportadores às novas exigências regulatórias (Akkas e Ustundag, 2024).

A não conformidade dos exportadores pode resultar em um maior rigor por parte dos importadores, como ocorreu no caso dos figos exportados pela Turquia. Diante do elevado número de cargas contaminadas, a UE intensificou os controles, aumentando a proporção de amostras analisadas de 10% para 20% em 2009, conforme o Regulamento (CE) Nº 1152/2009<sup>20</sup>. Posteriormente, com a melhora nos resultados das inspeções, essa frequência foi reduzida para 10% em 2016, conforme o Regulamento (UE) Nº 2016/2106<sup>21</sup>. No entanto, diante das elevadas taxas de não conformidade com os limites máximos de aflatoxinas, a UE retomou a

---

<sup>19</sup> Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012R1058>. Acesso em: 27 de março de 2025.

<sup>20</sup> Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009R1152>. Acesso em: 27 de março de 2025.

<sup>21</sup> Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R2106>. Acesso em: 27 de março de 2025.

amostragem mais rigorosa, voltando a 20% em 2019, conforme determinado pelo Regulamento (UE) N° 2019/890<sup>22</sup> (Akkas e Ustundag, 2024). Das 882 rejeições registradas para figos frescos e secos, 879 são provenientes da Turquia. Ademais, em 2012, a taxa de exportação desse produto para a UE atingiu o menor nível registrado, correspondendo a 4,9% do total exportado.

A tabela B.1 apresenta os países que mais sofreram rejeições pela UE, os quais, em conjunto, correspondem a 91% do total de notificações. A Turquia lidera esse ranking, respondendo por 26,4% das rejeições, seguida pela China (12,5%), Índia (12,1%), EUA (11,1%) e Irã (9,7%). No caso da Turquia, os figos frescos e secos são os produtos mais rejeitados, representando 50% das notificações do país, seguidos por pistaches (15%) e por outras preparações de vegetais, frutas, nozes ou outras partes comestíveis de plantas, preparadas ou conservadas (13,3%).

---

<sup>22</sup> Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R0890>. Acesso em: 27 de março de 2025.

**Tabela B.1:** Principais países que sofreram rejeições no período de 2008 a 2023.

| Países/Anos  | 2008       | 2009       | 2010       | 2011       | 2012       | 2013       | 2014       | 2015       | 2016       | 2017       | 2018       | 2019       | 2020       | 2021       | 2022       | 2023       | Total       |
|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| Turquia      | 178        | 149        | 96         | 131        | 153        | 90         | 84         | 95         | 104        | 126        | 120        | 126        | 92         | 88         | 82         | 45         | 1759        |
| China        | 163        | 58         | 76         | 59         | 59         | 54         | 38         | 91         | 53         | 81         | 41         | 37         | 12         | 5          | 3          | 4          | 834         |
| Índia        | 34         | 15         | 105        | 173        | 117        | 29         | 31         | 31         | 43         | 42         | 25         | 25         | 39         | 18         | 50         | 29         | 806         |
| EUA          | 66         | 94         | 33         | 19         | 11         | 13         | 21         | 34         | 42         | 49         | 85         | 69         | 45         | 38         | 50         | 70         | 739         |
| Irã          | 156        | 49         | 52         | 29         | 15         | 15         | 45         | 50         | 49         | 42         | 26         | 12         | 30         | 40         | 19         | 17         | 646         |
| Argentina    | 27         | 73         | 101        | 38         | 14         | 5          | 3          | 8          | 19         | 20         | 52         | 55         | 36         | 15         | 26         | 5          | 497         |
| Egito        | 28         | 15         | 5          | 16         | 10         | 14         | 14         | 13         | 30         | 30         | 37         | 35         | 19         | 41         | 38         | 14         | 359         |
| Brasil       | 17         | 28         | 31         | 6          | 11         | 15         | 15         | 15         | 7          | 2          | 14         | 5          | 4          | 2          | 4          | 2          | 178         |
| Paquistão    | 20         | 3          | 11         | 2          | 1          | 2          | 2          | 3          | 5          | 1          | 5          | 3          | 10         | 13         | 45         | 13         | 139         |
| Indonésia    | 4          | 1          | 6          | 3          | 1          | 4          | 10         | 8          | 11         | 5          | 2          | 6          | 3          | 10         | 10         | 14         | 98          |
| Outros       | 98         | 50         | 65         | 37         | 24         | 26         | 24         | 27         | 34         | 34         | 41         | 51         | 24         | 26         | 14         | 27         | 602         |
| <b>Total</b> | <b>791</b> | <b>535</b> | <b>581</b> | <b>513</b> | <b>416</b> | <b>267</b> | <b>287</b> | <b>375</b> | <b>397</b> | <b>432</b> | <b>448</b> | <b>424</b> | <b>314</b> | <b>296</b> | <b>341</b> | <b>240</b> | <b>6657</b> |

Fonte: Elaboração própria baseado nos dados da RASFF, 2024.

Nota: No mapa de calor, áreas em vermelho escuro indicam um maior número de rejeições, enquanto regiões em azul escuro representam uma quantidade menor de rejeições.

No caso chinês, amendoins com e sem casca representam 92% das rejeições totais do país. Na Índia, a mesma categoria de produtos representa 49% das notificações, enquanto pimentas secas (HS 090412) são responsáveis por 19% das rejeições. Nos EUA, os amendoins constituem o produto mais rejeitado (36,3%), seguidos pelo pistache (34,6%) e amêndoas, com e sem casca (HS 080211 e HS 080212), que, em conjunto, correspondem a 24,6% das medidas. No Irã, pistache é o produto que mais sofre rejeições, representando 96,9% do total de notificações. Por fim, na Argentina, os amendoins com e sem casca representam 98,4% das rejeições.

Em 2023, a Argentina destacou-se como o principal exportador de amendoins com e sem casca, respondendo por 30,6% do total exportado. Para pistaches, os EUA foram o principal país exportador, representando 71,5% das exportações, enquanto para figos, a Turquia liderou as exportações, responsável por 54,8% dos envios totais. Quanto às importações, a UE foi o principal destino para figos e pistaches (WITS, 2025).

Em 2017, a Direção Geral de Saúde e Segurança Alimentar da Comissão Europeia realizou uma auditoria na China, com o objetivo de avaliar os sistemas de controle oficiais do país. O objetivo era reduzir a contaminação por aflatoxinas em amendoins exportados para a UE (Krska *et al*, 2022). A auditoria tinha como finalidade verificar se os sistemas de controle existentes eram eficazes para limitar a contaminação por aflatoxinas a níveis abaixo dos regulamentos da UE e se estavam em conformidade ou eram equivalentes ao Regulamento (CE) n.º 1831/2003 da Comissão.

O resultado da avaliação revelou que os controles oficiais relacionados às boas práticas de higiene e prevenção contra a contaminação por aflatoxinas não eram adequados para todas as categorias de operadores na cadeia de suprimento de amendoim. Embora os procedimentos de amostragem e análise estivessem alinhados com a regulamentação europeia, algumas falhas foram identificadas em sua implementação.

Os controles chineses estavam restritos às etapas de recebimento das matérias-primas até o carregamento dos contêineres no nível do processador. Contudo, não foram feitas avaliações sobre as condições de envio e transporte,

como tempo, locais de carregamento nos navios de transporte ou monitoramento e controle de temperatura durante o trânsito. Dessa forma, persistiu um risco na falha de prevenção ou detecção de contaminação por aflatoxinas (Krska *et al*, 2022).

Desde julho de 2019, os pistaches importados dos EUA pela UE passaram a ser submetidos a verificações físicas e de identidade mais rigorosas, com 10% das cargas oficialmente inspecionadas (EC, 2019a). Em outubro do mesmo ano, a frequência de inspeção dos pistaches provenientes do Irã e da Turquia foi aumentada para 50% devido ao crescimento recorrente dos incidentes de contaminação por aflatoxinas (EC, 2019b). Como resultado, as rejeições de pistaches iranianos aumentaram 150%, passando de 12 em 2019 para 30 em 2020, enquanto as rejeições de pistaches turcos subiram de 20 para 21 no mesmo período (RASFF, 2025).

No caso das amêndoas, das 257 rejeições registradas no período analisado, 152 tiveram origem nos EUA, representando 70,8% do total (RASFF, 2025). Em 2018, houve um aumento de 343% nas notificações por contaminação de micotoxinas em amêndoas exportadas pelos EUA em comparação ao ano anterior, totalizando 31 ocorrências. Esse crescimento pode estar associado ao expressivo aumento das exportações de amêndoas do país em 2017, refletindo em um maior número de incidentes relacionados a micotoxinas no ano seguinte (Owolabi *et al.*, 2023).

Para contornar os problemas de rejeições, os EUA adotam, atualmente, medidas mais rigorosas para reduzir a contaminação por micotoxinas em amêndoas destinadas à exportação. O Conselho de Amêndoas da Califórnia (Almond Board of California – ABC) assegura a realização de testes de aflatoxinas nos produtos enviados para a UE por meio do seu programa de Certificação Pré-Exportação (Owolabi *et al.*, 2023). Além disso, o Serviço de Aprovação de Laboratórios (Laboratory Approval Service – LAS), vinculado ao Serviço de Comercialização Agrícola (Agricultural Marketing Service – AMS), credencia laboratórios para a detecção de aflatoxinas, como intuito de apoiar o comércio doméstico e as exportações de amêndoas e outras nozes suscetíveis à contaminação. Essas estratégias regulatórias podem ter contribuído para a redução das notificações registradas no RASFF entre 2019 e 2021 (Owolabi *et al.*, 2023).