MUDANÇA DE ROTA: REJEIÇÕES ALIMENTARES POR MICOTOXINAS DESVIAM COMÉRCIO AGRÍCOLA?

Jéssica de Jesus Teixeira, Doutoranda em Economia Aplicada no Departamento de Economia Rural (DER/UFV), jessica.jesus@ufv.br
Michelle Márcia Viana Martins, Professora no Departamento de Economia (DEE/UFV); michelle.viana@ufv.br
Victor Henrique Lana Pinto, Professor no Departamento de Economia (DEE/UFV); victor.h.lana@ufv.br

Área Temática: GT01. Mercados agrícolas e comércio exterior

Resumo: Este estudo investigou as rejeições de produtos agrícolas contaminados por micotoxinas na União Europeia (UE) estimulam a realocação de fluxos exportadores para outros mercados. Empregou-se um modelo gravitacional com dados em painel (2008-2023), abarcando 438 produtos e 53 países exportadores. A variável de "má reputação", refletindo histórico prolongado de não conformidades, evidenciou efeito adicional no desvio de comércio. Observou-se que, mesmo diante de destinos desenvolvidos externos à UE, alguns exportadores optam por redirecionar embarques devido à possibilidade de ajustes menos onerosos do que os requeridos pelo bloco europeu. A desagregação setorial apontou que cereais, cacau e preparações alimentícias estão entre os segmentos mais propensos a sofrer desvio após rejeições sucessivas. Setores sem incidência expressiva de rejeições não apresentaram coeficientes relevantes, sugerindo heterogeneidade de riscos conforme o tipo de mercadoria. Conclui-se que a reputação negativa tem impacto duradouro, exigindo esforços contínuos de monitoramento e prevenção ao longo da cadeia produtiva.
Palavras-chave: Rejeições; Reputação; Medidas fitossanitárias; Desvio de comércio.

Abstract: *This study examines whether rejections of agricultural products contaminated by mycotoxins in the European Union (EU) induce trade diversion to alternative destinations. A structural gravity model with panel data (2008–2023) was used, covering 438 products and 53 exporting countries. The results highlight that a negative reputation—understood as a persistent record of noncompliance—magnifies the likelihood of diverting trade, both to developed and developing countries outside the EU. Exporters often find it less costly to meet standards aligned with international norms than to fully adapt to the more stringent EU regulations. Sector-level analysis shows that cereals, cocoa, and certain processed foods are especially prone to trade diversion, whereas sectors with low incidence of mycotoxin-related rejections displayed negligible effects. These findings underscore that repeated rejections and the associated reputational damage can induce long-term changes in trade routes, with broader implications for global food safety and market competitiveness. The study also suggests that consistent mitigation measures and improved production practices could help exporters avoid ongoing reputational risks and maintain their presence in higher-regulation markets.*
Keywords: *Rejections; Reputation; Phytosanitary measures; Trade diversion.*

1. Introdução

No comércio internacional de alimentos, uma variedade de fatores pode levar à rejeição de produtos agrícolas nas administrações aduaneiras dos países importadores (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, além de organismos geneticamente modificados não autorizados (Otsuki et al., 2001; Henson & Olale, 2010; Cuello et al., 2020).

No contexto das rejeições, é importante considerar aquelas motivadas pela presença de micotoxinas. São substâncias geradas por fungos *Aspergillus*, *Fusarium* e *Penicillium*, capazes de causar problemas de saúde em humanos e animais, entre eles maior risco de câncer, danos ao fígado e alterações genéticas (Freire, 2007). 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 ainda em desenvolvimento, como trigo, cevada e milho, propagando-se no campo (Alshannaq & Yu, 2017).

A Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) estima que 25% das culturas mundiais são afetadas por micotoxinas a cada ano, levando à perda de quase 1 bilhão de toneladas métricas de alimentos e subprodutos, ocasionando diminuição no rendimento das lavouras e custos associados a impactos na saúde humana e animal (Schmale, Munkvold, 2024).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que mais de 500 milhões de pessoas, sobretudo na África Subsaariana, consomem micotoxinas em níveis inseguros (Ezekiel., Ortega-Beltran & Bandyopadhyay, 2019). A Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (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, apontando que aproximadamente 95% das rejeições estiveram associadas a alimentos, enquanto apenas 5% foram relacionadas a rações. Esse dado reforça o aumento no número de rejeições observadas pela União Europeia (EU) e pelos EUA em pistaches, amêndoas e amendoins contaminados por aflatoxinas. Esses números evidenciam a magnitude do problema em termos de saúde pública, pois resultam em perdas de vidas humanas e animais, além de custos adicionais em cuidados de saúde (Duarte et al., 2010, Omotayo et al., 2019).

Em termos econômicos e comerciais, alimentos e rações contaminados por micotoxinas, quando acima dos limites seguros, obstruem o acesso a mercados com alto grau de regulação e podem ser rejeitados ou destruídos (Rahayu et al., 2020). Esse cenário exige investimentos em análises, inspeções, pesquisas, processos de destoxificação e outras ações capazes de mitigar riscos e evitar violações no comércio (Alshannaq & Yu, 2017; Pinotti et al., 2016; Iamanaka et al., 2010).

Episódio ocorrido em 2006 no Brasil, ilustra o impacto das micotoxinas, quando a detecção de *Penicillium citreonigrum* (CTV) em arroz resultou em 1207 casos de beribéri cardíaco agudo e 40 mortes (Shiratori et al., 2017). O caso evidencia os riscos das micotoxinas para a saúde humana e a consequente necessidade de regulamentações sanitárias e fitossanitárias (SPS), que impeçam a disseminação de fungos em nível nacional e internacional (WTO, 2024a).

O Regulamento da Comissão Europeia 1881/2006 determina limites máximos de contaminantes em alimentos, entre eles micotoxinas, orientando a adoção de boas práticas de produção e processamento, com base em análises de risco (EC, 2006). Esse arcabouço regulatório foi complementado pelo Regulamento (UE) 2019/1793, voltado ao controle intensificado de substâncias perigosas em produtos de origem não animal, incluindo micotoxinas e pesticidas (EC, 2019). A UE é um mercado particularmente rígido em termos de segurança alimentar (Rahayu et al., 2020; Santeramo & Lamonaca, 2022) e conta com o Rapid Alert System for Food and Feed (RASFF), que compartilha, de forma imediata, notificações sobre riscos à segurança de alimentos, incluindo cargas com níveis excessivos de micotoxinas (Marrez e Ayesh, 2022).

Quando há suspeita ou confirmação de contaminação, a plataforma RASFF pode desencadear medidas de rejeição ou bloqueio das mercadorias, resultando em prejuízos ao exportador e possível destruição ou devolução ao país de origem (Martins & Monteiro, 2024; Wu, 2008; Baylis et al., 2011). Além dos custos imediatos, surgem despesas adicionais para futuros embarques, envolvendo inspeções, análises e eventuais reprocessamentos, podendo abalar a reputação do fornecedor (Martins & Monteiro, 2024).

As rejeições também podem ocasionar o desvio de comércio, pois as cargas não admitidas costumam ser direcionadas para países cujas exigências regulatórias são menos rigorosas (Cuello et al., 2020). Esse processo reflete reconfiguração das rotas de exportação quando o exportador decide direcionar suas remessas para mercados que apresentem menor risco de reprovação, ao invés de investir em adequações para atender aos requisitos do destino inicial. A recusa em mercados internacionais indica eventuais não conformidades relacionadas aos padrões do importador, acarretando insegurança entre parceiros comerciais e danos à reputação de agentes que enfrentam rejeições frequentes, pois os importadores tendem a evitar fornecedores reincidentes (USITC, 2020). A reputação, neste caso, influencia as negociações e relações comerciais, funcionando como credencial de confiabilidade sobre o cumprimento das exigências (Oliveira, 2024).

Diante desses elementos, o presente estudo propõe analisar se as rejeições de produtos agrícolas contaminados por micotoxinas nos portos da UE exercem efeitos sobre o comércio global. Busca-se compreender se há desvio de comércio e em que medida rejeições passadas afetam a reputação dos exportadores, alterando seus fluxos de exportação ao longo do tempo.

Especificamente, propõem-se estimar se ocorrências de rejeição resultam em desvio de comércio, verificar a relação entre rejeições passadas e o desvio presente, construir uma variável reputacional e investigar a predominância desses efeitos em segmentos específicos e em países em desenvolvimento (Santeramo & Lamonaca, 2022). A investigação abrange 438 produtos agrícolas, 53 exportadores e 65 importadores, no período de 2008 a 2023, com base no modelo gravitacional.

Este trabalho avança no debate sobre comércio agrícola internacional ao unir estudos sobre barreiras fitossanitárias a análises típicas de desvio de comércio, com destaque para os dados provenientes da RASFF. Contribui, ainda, ao propor o cálculo de uma variável reputacional, permitindo avaliar o efeito cumulativo das rejeições na imagem do exportador e suas relações comerciais futuras. Nesse contexto, formula-se a hipótese de que as rejeições podem induzir ao desvio de comércio, principalmente para países em desenvolvimento. Também espera-se que há relação positiva entre incidentes pretéritos de rejeição e o desvio atual, e que a reputação negativa resultante de sucessivas rejeições afeta a escolha de mercados alternativos de destino.

2. Fundamentação teórica e evidências empíricas

No comércio internacional de alimentos, a expansão das trocas impulsionou o controle mais rigoroso das mercadorias importadas, em especial quanto aos riscos de contaminação (USITC, 2020). Entre 2010 e 2022, registraram-se 5.748 rejeições de cargas por micotoxinas em diferentes mercados (UNIDO, 2024). Essas rejeições implicam custos de devolução, destruição ou redirecionamento do produto, e obrigam os exportadores a implementarem controles de qualidade, inspeções e testes laboratoriais (Choudhary & Kumari, 2010; Taniwaki et al., 2019; Martins & Monteiro, 2024; Cardwell, 2024).

Mesmo em casos de plena adequação às normas, falhas pontuais podem levar à perda de credibilidade perante importadores, agravando a necessidade de novas inspeções (Beestermöller et al, 2018). Em países em desenvolvimento (PED), onde a infraestrutura é deficiente e as condições climáticas favorecem a proliferação de fungos, o risco de contaminação por micotoxinas aumenta (Henson & Olale, 2010; Samyal & Sharma, 2023).

Os limites máximos de resíduos (LMR) para micotoxinas são estabelecidos por agências reguladoras e visam garantir a segurança alimentar (Munasib & Roy, 2011). A UE, por exemplo, harmonizou padrões para aflatoxinas em 2002, impondo limites baixos para produtos sensíveis, como amendoins e milho (Munasib & Roy, 2011). O Regulamento (CE) nº 123/2005 ampliou regras para a ocratoxina A em café e outras bebidas (EC, 2005), enquanto o Regulamento (CE) nº 683/2004 incluiu aflatoxinas B1, M1 e ocratoxina A nas fórmulas infantis (EC, 2004). Em geral, embora esses critérios protejam a saúde pública, quanto mais rígidas as normas, maiores os custos para produtores que desejam exportar aos mercados visados, principalmente para os PED, que enfrentam limitações técnicas e financeiras para conformar (WTO, 2024b).

Quando surgem obstáculos técnicos, alguns exportadores optam por redirecionar suas mercadorias ao consumo interno ou a países menos exigentes (Otsuki et al., 2001; Wu, 2004, Traoré, Latouche & Tamini, 2020). Essa prática aumenta o risco de intoxicações locais e reduz o valor total obtido no comércio internacional. Em simulações envolvendo fumonisina (um tipo de micotoxina) no milho, Wu (2004) estimou perdas de US$ 100 milhões para China e Argentina caso o LMR estadunidense fosse de 2 mg/kg; se caísse para 0,5 mg/kg (padrão europeu), as perdas chegariam a US$ 300 milhões. Em outra análise, Jaffee & Henson (2004) apontaram que Índia e Tailândia sofreram quedas acentuadas nas exportações de farinha de amendoim e milho devido à dificuldade em cumprir limites europeus de aflatoxinas.

A credibilidade de um país pode ser afetada de modo sistêmico se as rejeições forem recorrentes (CNI, 2021), comprometendo todo o setor agroexportador. Em 2001, perdas de US$ 750 milhões foram atribuídas aos exportadores africanos de cereais, frutas secas e oleaginosas, em função do endurecimento dos padrões de aflatoxinas na UE (Cardwell, 2024). No Sudeste Asiático, prejuízos semelhantes ocorreram com milho e amendoim, somando centenas de milhões de dólares ao ano (Cardwell, 2024). Em 2013, um surto de aflatoxina M1 em ração resultou em perdas de €51 milhões para setores de milho, ração e lácteos em Países Baixos, Alemanha e Bélgica (Focker,

2019). Já nos EUA, Wu (2007) relatou custos de até US$ 45,8 milhões em cenário de alta incidência de fumonisina em milho, ligados à implementação de padrões definidos pela Food and Drug Administration (FDA).

Alguns exportadores optam por abandonar mercados mais exigentes quando os custos de adequação ultrapassaram os ganhos potenciais, gerando concentração de vendas em destinos mais brandos (Beestermöller et al, 2018). Esses custos relacionam-se à rotina de testes, aquisição de fungicidas, rotulagem, rastreabilidade e certificações específicas (Inui, Obashi & Yang, 2024), que encarecem o bem exportado e afetam a competitividade do país que lida com regulamentações mais rigorosas (Martins, 2021).

Quando normas mais rígidas são adotadas, podem emergir quatro mecanismos centrais, conforme Bown e Crowley (2007). Primeiro, a "destruição de comércio" ocorre se o país B, fornecedor original, perde acesso ou reduz sensivelmente suas vendas ao país A, que impôs os limites mais estritos. Segundo, registra-se "criação de comércio" se outro país C, cujos produtos satisfazem os padrões de A, eleva suas exportações para substituir B. Terceiro, verifica-se "desvio de comércio" quando B, impossibilitado de exportar para A, opta por redirecionar parte das mercadorias para D, onde as regras são menos exigentes. Por fim, há a "depressão de comércio" quando as exportações de C para D caem, pois as condições resultantes da intervenção inicial de A afetam a competitividade de C em outros mercados.

No estudo de Baylis & Perloff (2010), uma restrição voluntária de preços sobre tomates mexicanos reduziu em 44.400 toneladas as exportações para os EUA, mas elevou as vendas de produtores canadenses e induziu o México a redirecionar parte da produção para pasta de tomate. De modo similar, Cuello et al. (2020) investigaram rejeições da UE a alimentos e rações geneticamente modificadas entre 2008 e 2014, mostrando que exportadores com múltiplos incidentes desviam suas cargas para mercados menos rigorosos, atenuando parte das perdas. Baylis et al. (2011), por sua vez, constataram que a UE, ao exigir padrões altos para frutos do mar, induziu o redirecionamento de produtos menos contaminados a mercados desenvolvidos, enquanto lotes mais comprometidos foram destinados a países em desenvolvimento.

Traoré et al. (2020) usaram um modelo gravitacional para mensurar os impactos das rejeições sobre as exportações de frutas e vegetais de 45 países africanos para a UE. Seus resultados indicam que cada rejeição adicional reduz o número de parceiros europeus e, consequentemente, o valor exportado. No entanto, identificaram que parte dos exportadores redireciona o comércio a destinos com normas menos restritivas, embora isso não recupere integralmente as perdas no mercado europeu. Observou-se ainda um "efeito spillover": rejeições de certo produto prejudicam a reputação de outros itens correlatos, causando redução das exportações em geral.

Esses exemplos mostram que normas fitossanitárias ou sanitárias, ainda que não sejam tecnicamente "tarifas", desempenham papel de barreira comercial. Uma vez que a UE adota alguns dos limites mais estritos do mundo (Freire et al., 2007; Martins, 2021), é comum que exportadores enfrentem rejeições frequentes, com despesas crescentes para cumprir padrões de aflatoxinas ou fumonisinas. O estudo de Sansi (2021), examinando o cacau de 11 países da África Subsaariana, apontou que a adoção de regras do Codex Alimentarius (por exemplo, 9 µg/kg de aflatoxina B1) em vez de limites mais baixos da UE, elevaria as exportações africanas em US$ 4,5 bilhões. Já Vural & Akgüngör (2019), analisando frutas secas para 45 exportadores entre 2002 e 2016, concluíram que regras rigorosas reduzem o valor comercial, mas podem gerar ganhos para produtores de maior renda, aptos a cumprir as exigências e, assim, ampliar sua fatia de mercado.

Portanto, as rejeições fronteiriças devido à presença de micotoxinas não apenas impõem custos diretos na forma de destruição ou devolução de lotes, como afetam a reputação dos exportadores (Beestermöller et al, 2018). Esse quadro tende a desencadear processos de desvio comercial, pois produtores buscam mercados menos estritos para compensar perdas no mercado originalmente alvo, ao passo que países capazes de cumprir normas mais rigorosas assumem a fatia deixada pelos concorrentes. Em síntese, a regulação mais severa para micotoxinas, embora benéfica à saúde pública, redefine fluxos comerciais e aprofunda disparidades estruturais entre países, sobretudo quando as regras adotadas vão além dos padrões internacionais recomendados pelo

Codex.

3. Metodologia

3.1. Fundamentos teóricos do modelo gravitacional

O modelo gravitacional consolidou-se como a principal estrutura de análise do comércio internacional, permitindo mensurar os efeitos de políticas comerciais e outros determinantes do fluxo bilateral. Fundamentado na Lei da Gravidade de Newton, o modelo estabelece que o volume de trocas entre países é proporcional ao tamanho de suas economias (medido pelo PIB) e inversamente proporcional à distância geográfica (Yotov, 2021; Yotov et al., 2016). As primeiras aplicações desse conceito na economia remontam a Ravenstein (1885) e Tinbergen (1962), sendo que Tinbergen utilizou o potencial econômico dos países para explicar os fluxos comerciais.

Posteriormente, Anderson (1979) forneceu uma sustentação teórica robusta ao incorporar a diferenciação de produtos e a função de utilidade CES, considerando a concorrência monopolística e economias de escala internas, e introduziu barreiras comerciais, como tarifas, representadas pela distância como proxy para os custos de transporte. Bergstrand (1985) aprimorou a estimação do modelo, abordando especificação funcional e endogeneidade, enquanto Deardorff (1998) expandiu o arcabouço ao incluir variáveis relacionadas a afinidades culturais e institucionais, reforçando a versatilidade do modelo.

O avanço mais notável ocorreu com Anderson & van Wincoop (2003). Baseando-se em equilíbrio geral, concorrência monopolística e economias de escala internas, os autores assumem que exportadores e importadores otimizam suas decisões de comércio ao considerar os custos diferenciados de exportação e importação e as preferências dos consumidores, que valorizam a diversidade de produtos. O modelo utiliza uma função de utilidade CES para representar a demanda dos consumidores, sujeita a restrições orçamentárias, e incorpora termos de resistência multilateral, tanto internos quanto externos. O problema de maximização, resulta em uma equação não linear que captura como esses fatores determinam os fluxos comerciais:

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

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

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

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; σ indica a elasticidade de substituição entre produtos de diferentes países, τ_{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 Π_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 (Π_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 τ_{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 Π_{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 dimensões adicionais (produto e tempo), é possível 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:

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

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. 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:

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

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

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

em que x_{ijkt} denota as importações[2] 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; $tariff_{ijt}$ 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; ε_{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:

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

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.

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

[1] 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.

[2] 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).

notificações para cada produto e país exportador[3]. 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:

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

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, 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 $UERejects_{ikt}^{setor}$ consiste em um conjunto de *dummies* setoriais multiplicadas pelo número de rejeições para os 15 setores analisados:

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

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.

Outra proposta consiste em estimar os efeitos das rejeições sobre os desvios para PD e PED.

[3] Conforme a literatura (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). Não houve alteração no número de observações acima dos pontos de corte. Esse comportamento, com dispersão concentrada, indica que a superação da média já sinaliza comportamento atípico e reforça a adequação do critério adotado. A seção 4 avança nessa discussão.

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 & Lamonaca, 2022). A análise permite averiguar uma 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 uma desagregação simultânea por setores e níveis de renda.

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

3.3. 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. 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	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	(+)	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

Os resultados econométricos, obtidos a partir do modelo gravitacional, estimados por PPML, são apresentados na tabela 3.

Tabela 3: Análise dos determinantes do desvio de comércio: rejeições da UE: análise geral.

Variáveis (PPMLHDFE - x_{jikt})	Equação (6)	Equação (6.a)	Equação (7)
$\ln UERejects_{ikt}$	0,393 (0,093)***	0,343 (0,080)***	-
$\ln UERejects_{ikt-1}$	-	0,090 (0,040)**	-
$\ln UERejects_{ikt-2}$	-	-0,025 (0,094)	-
$Reputation_{ikt}$	-	-	1,067 (0,262)***
$\ln(1+tariff_{ijkt})$	-0,195 (0,046)***	-0,174 (0,047)***	-0,194 (0,046)***
RTA_{ijt}	0,093 (0,054)*	0,118 (0,057)**	0,093 (0,054)*
$Constante$	9,591 (0,087)***	9,565 (0,090)***	9,592 (0,087)***
Obs. R^2	20.769.701 0,555	18.576.147 0,554	20.769.701 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 ($UERejects_{ikt}$) 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, cada rejeição na UE tende a impulsionar a busca por outros destinos (Wu, 2004; Baylis et al., 2011). Essa resposta reflete o esforço do exportador para compensar perdas no mercado europeu, tanto pela possibilidade imediata de retornar ou destruir lotes recusados (Beestermöller et al., 2018) quanto pela percepção de que futuras inspeções poderão bloquear embarques semelhantes.

Ao se incorporar rejeições passadas (defasadas em um e dois anos), observa-se que $UERejects_{ikt-1}$ mantém o sinal positivo, sugerindo que episódios de inconformidades fitossanitárias ocorridos no ano anterior continuam a influenciar o redirecionamento das exportações para terceiros países no ano corrente. Esse efeito defasado reforça a ideia de que a adaptação produtiva às exigências europeias pode demandar tempo e investimentos em infraestrutura (Traoré et al., 2020). Enquanto 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, $UERejects_{ikt-2}$ perde relevância estatística no modelo, sugerindo que o efeito de rejeições mais antigas se atenua após dois anos, pois muitos exportadores, nesse intervalo, ou abandonam o mercado europeu definitivamente ou promovem a adequação necessária para evitar reincidências (Xiong e Beghin, 2012).

A principal contribuição desta análise surge, porém, na 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 de "reputação negativa" exibe coeficiente 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, significa que, ao adquirir reputação desfavorável, como sucedeu com certos exportadores recorrentes em notificações de micotoxinas, o país passa a enfrentar ainda mais barreiras, pois as autoridades e importadores externos intensificam controles e 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 pode fazer com que autoridades estrangeiras adotem um regime de inspeção reforçada sobre os embarques de exportadores específicos (Jaffee e Henson, 2004; Martins e Monteiro, 2024).

Importante destacar que 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 ao mesmo território, enfrentam suspeitas e fiscalização extensiva. Logo, a reputação negativa tem peso adicional ao redirecionar as transações para mercados com menor probabilidade de fiscalização e limites sanitários 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 fixos (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 destacado por Wu (2004) e também mencionado por 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 de 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).

Dessa forma, enquanto uns países ganham em acesso mais exclusivo ao mercado exigente, outros recebem mercadorias sujeitas a riscos de contaminação.

Os resultados da tabela 4 sugerem, em primeiro lugar, que o desvio de comércio varia de acordo com o nível de renda dos países terceiros, pois a regressão associada às rejeições mostra 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). A despeito 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[4], como os EUA[5]. 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, os laudos e a documentação exigidos.

Tabela 4: Análise dos determinantes do desvio de comércio: análise amostral, rejeições.

Nível de renda		Setor	
Variáveis (PPMLHDFE - x_{jikt})	Equação (6)	Variáveis (PPMLHDFE - x_{jikt})	Equação (6)
$\ln UERejects_{ikt}^{PD}$	0,555 (0,065)***	$\ln UERejects_{ikt}^{7}$	0,317 (0,279)
$\ln UERejects_{ikt}^{PED}$	0,284 (0,130)**	$\ln UERejects_{ikt}^{8}$	0,724 (0,082)***
$\ln(1 + tariff_{ijkt})$	-0,194 (0,046)***	$\ln UERejects_{ikt}^{9}$	0,306 (0,095)***
RTA_{ijt}	0,092 (0,054)*	$\ln UERejects_{ikt}^{10}$	1,794 (0,164)***
$Constante$	9,591 (0,087)***	$\ln UERejects_{ikt}^{11}$	-0,664 (0,480)
-	-	$\ln UERejects_{ikt}^{12}$	-0,069 (0,182)
-	-	$\ln UERejects_{ikt}^{13}$	-
-	-	$\ln UERejects_{ikt}^{15}$	-
-	-	$\ln UERejects_{ikt}^{17}$	3,457 (0,400)***
-	-	$\ln UERejects_{ikt}^{18}$	2,031 (0,236)***
-	-	$\ln UERejects_{ikt}^{19}$	1,984 (0,136)***
-	-	$\ln UERejects_{ikt}^{20}$	0,911 (0,093)***
-	-	$\ln UERejects_{ikt}^{21}$	3,151 (0,611)***
-	-	$\ln UERejects_{ikt}^{22}$	-
-	-	$\ln UERejects_{ikt}^{23}$	-1,090 (0,507)**
-	-	$\ln(1 + tariff_{ijkt})$	-0,191 (0,047)***
-	-	RTA_{ijt}	0,093 (0,054)*
-	-	$Constante$	9,582 (0,088)***
Obs. R^2	20.769.701 0,555	-	20.769.701 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.

[4] 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> Acesso em 07 de abril de 2025.

[5] Disponível em: <https://www.fda.gov/food/natural-toxins-food/mycotoxins>. Acesso em 07 de abril de 2025.

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 o observado por Beestermöller et al. (2018). Entretanto, nos países de menor renda, a adoção de protocolos de inspeção tende a ser menos uniforme, o que abre margem para que produtos com maior probabilidade de contaminação, inclusive fúngica, sejam direcionados para esses mercados. Em tal cenário, eleva-se a preocupação de caráter fitossanitário, pois ambientes de fiscalização reduzida podem permitir que itens contaminados alcancem o consumo interno (Marrez e Ayesh, 2022).

Essa evidência, ainda que inicialmente contraintuitiva, pode também ser interpretada sob uma dimensão política e estratégica das rejeições pela UE. É possível que as recusas sejam, ainda que de maneira indireta, instrumento de proteção ao setor agrícola europeu. Sob a justificativa da segurança alimentar, e operando mediante premissas de confiabilidade institucional dos órgãos fiscalizadores, tais medidas podem conter algum viés. Em outras palavras, as rejeições da UE podem representar mecanismo de proteção disfarçado, em favor dos produtores europeus. O redirecionamento para países desenvolvidos, que possuem sistemas regulatórios comparáveis aos da UE, pode refletir não apenas uma questão de aceitabilidade dos produtos, mas também uma lógica de redes comerciais já estabelecidas, padrões de consumo ou mesmo de (des)alinhamentos geoeconômicos. Ou seja, uma vez que os órgãos reguladores operam mediante confiabilidade, por mais idôneos que sejam nos portos europeus, é preciso considerar que essas rejeições podem, na verdade, servir como argumentos para tentativas implícitas de protecionismo do bloco. Essa possibilidade ajudaria a explicar a observação teoricamente não convergente com as hipóteses nos resultados da tabela 4, segundo os quais PD, que também adotam legislações relativamente rígidas, recebem, em maior proporção, produtos agrícolas rejeitados pela UE.

Desse modo, a aparente contradição entre a hipótese inicial, de que exportadores buscaram prioritariamente mercados menos restritivos, e o resultado empírico, de maior desvio para economias desenvolvidas, pode ser explicada, em parte, pela distinção de padrões fora da UE, que, mesmo mantendo relativa rigidez, podem ser mais próximos ao Codex e, portanto, menos estritos que os protocolos europeus, criando condições para um fluxo comercial compensatório e ampliando a complexidade dos efeitos associados às rejeições. Por outro lado, é plausível também considerar que parte dessas rejeições possa operar, ainda que indiretamente, como instrumento de proteção ao setor agrícola europeu, configurando possivelmente uma forma de protecionismo disfarçado sob o argumento da segurança alimentar. Essa premissa ajuda a compreender os desvios observados a países terceiros cujas legislações são, em alguma medida, comparáveis àquelas observadas na UE.

Na segunda parte da tabela 4, a análise setorial exibe coeficientes elevados e estatisticamente significativos para produtos como cereais (HS10), preparações alimentícias diversas (HS21) e cacau (HS18), 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 sugere que, após a recusa na UE, a reorientação comercial é particularmente intensa nesse segmento, o que está em linha com as evidências de Shiratori et al., 2017 sobre 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 mal fermentadas. Neste caso, os fundos tendem a se concentrar nas cascas dos grãos e podem ser parcialmente eliminadas no processamento, por exemplo, na torra e na retirada da casca, embora não se possa descartar totalmente sua presença em chocolate acabado cuja rejeição estimula a busca por mercados onde as checagens sejam menos onerosas.

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). Em alguns setores, os coeficientes não

demonstram significância estatística ou chegam mesmo a 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 sanitários 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.

Tabela 5: Análise dos determinantes do desvio de comércio: análise amostral, rejeições defasadas.

Nível de renda	
Variáveis (PPMLHDFE - x_{jikt})	Equação (6.a)
$\ln UERejects_{ikt}^{PD}$	0,336 (0,076)***
$\ln UERejects_{ikt-1}^{PD}$	0,208 (0,047)***
$\ln UERejects_{ikt-2}^{PD}$	0,052 (0,107)
$\ln UERejects_{ikt}^{PED}$	0,371 (0,114)***
$\ln UERejects_{ikt-1}^{PED}$	-0,002 (0,053)
$\ln UERejects_{ikt-2}^{PED}$	-0,088 (0,128)
$\ln(1 + tariff_{ijkt})$	-0,173 (0,047)***
RTA_{ijt}	0,118 (0,057)**
$Constante$	9,565 (0,091)***
Obs. R^2	18.576.147 0,554

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.

A tabela 6 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. Observa-se que 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) que para países em desenvolvimento (0,799). Isso reforça a hipótese de que, mesmo perante destinos também rigorosos, alguns exportadores preferem migrar para mercados onde a conformidade aos limites de micotoxinas, embora ainda estrita, não é idêntica às normas europeias.

Tabela 6: Análise dos determinantes do desvio de comércio: análise amostral, reputação.

Nível de renda		Setor	
Variáveis (PPMLHDFE - x_{jikt})	Equação (6)	Variáveis (PPMLHDFE - x_{jikt})	Equação (6)
$\ln UERejects_{ikt}^{PD}$	1,501 (0,218)***	$\ln UERejects_{ikt}^{7}$	
$\ln UERejects_{ikt}^{PED}$	0,799 (0,344)**	$\ln UERejects_{ikt}^{8}$	2,041 (0,258)***
$\ln(1 + tariff_{ijkt})$	-0,194 (0,046)***	$\ln UERejects_{ikt}^{9}$	0,296 (0,228)
RTA_{ijt}	0,092 (0,054)*	$\ln UERejects_{ikt}^{10}$	3,347 (0,265)***
$Constante$	9,592 (0,087)***	$\ln UERejects_{ikt}^{11}$	0,493 (0,921)
-	-	$\ln UERejects_{ikt}^{12}$	-0,044 (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 (0,363)***
-	-	$\ln UERejects_{ikt}^{21}$	
-	-	$\ln UERejects_{ikt}^{22}$	-
-	-	$\ln UERejects_{ikt}^{23}$	-
-	-	$\ln(1 + tariff_{ijkt})$	-0,191 (0,046)***
-	-	RTA_{ijt}	0,093 (0,054)*
-	-	$Constante$	9,587 (0,088)***
Obs, R^2	20.769.701 0,555	-	20.769.701 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.

No detalhamento setorial, chamam atenção 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), sugerindo 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 efeito considerável 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.

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. As análises confirmaram que ocorrências recentes de rejeição produzem redirecionamentos das vendas para terceiros mercados, enquanto a variável de reputação, proposta como contribuição metodológica, exerce efeito adicional ao captar reincidências ao longo de cinco anos consecutivos. A presença desse indicador 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.

Verificou-se também que nem todos os setores da amostra aparecem nas regressões ou exibem coeficientes robustos, pois alguns registraram poucas ou nenhuma ocorrência de rejeição, limitando a geração de estatísticas confiáveis. Em contraste, setores sujeitos a fungos com maior persistência, como cereais e preparações alimentícias, apresentaram resultados relevantes, evidenciando que a contaminação repetida tende a consolidar uma reputação negativa.

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 apresentados 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.

Entre as limitações identificadas, destaca-se a dificuldade em determinar com precisão os mercados de destino dos produtos rejeitados pela UE em razão de contaminação. Outro ponto é a consideração de apenas notificações portal RASFF, restringindo o foco às fronteiras europeias. Outros mercados podem ter mecanismos distintos de controle e notificação, influenciando o resultado agregado. 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, diferentes blocos importadores e análises comparativas entre padrões internacionais podem aprimorar a compreensão sobre a persistência dos efeitos reputacionais no comércio agrícola global.

Do ponto de vista de políticas públicas, os resultados indicam a conveniência de harmonizar normas e regulamentos sanitários em escala global. Recomenda-se promover maior convergência das exigências de segurança alimentar, como os limites de micotoxinas, bem como incentivar a certificação prévia das mercadorias, assegurando monitoramento adequado em todas as etapas de produção e armazenamento. Tais medidas podem contribuir para reduzir rejeições, minimizar riscos ao consumidor final e facilitar as transações no comércio internacional.

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), 632.

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.

Anderson, J. E., & Yotov, Y. V. (2025). Trade policy and distribution. In *Handbook of Commercial Policy* (Vol. 2, pp. 1–42). Elsevier.

Baier, S. L., & Bergstrand, J. H. (2007). Do free trade agreements actually increase members' international trade? *Journal of International Economics, 71*(1), 72–95.

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

Baylis, K., Martens, A., & Nogueira, L. (2009). What drives import refusals? *American Journal of Agricultural Economics, 91*(5), 1477–1483.

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). IPEA.

Bown, C. P., & Crowley, M. A. (2007). Trade deflection and trade depression. *Journal of International Economics, 71*(2), 176–201.

Cardwell, R. (2024). Trade disruptions and the role of standards in agricultural markets. In *Agricultural Trade Policy Revisited* (pp. 87–106). Routledge.

Carneiro, F. L., Freitas, C. S. D., Alves, L. M. L., Falcão, T. C., & Silva, F. G. (2022). TD 2775 - As medidas não tarifárias constituem barreiras ao comércio? *Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA)*.

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. https://academic.oup.com/jrsssc/article/62/4/535/7081466

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.

Choudhary, R., & Kumari, P. (2010). Management of mycotoxin contamination in foods. *Agricultural Reviews, 31*(2), 100–107.

CNI (2021). *A importância da reputação no mercado internacional: Cenários e desafios para as exportações brasileiras*. Confederação Nacional da Indústria.

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.

Correa, S., Guimarães, P., & Zylkin, T. (2019). *PPMLHDFE: Fast Poisson estimation with high-dimensional fixed effects in Stata*. Boston College Department of Economics.

Cuello, D. T. M., Petrinovic, E. V., Serebrisky, T., & Awokuse, T. (2020). EU border rejections of unauthorized GM food and the trade deflection effects. *Italian Review of Agricultural Economics, 75*(2), 65–76.

Deardorff, A. V. (1998). Determinants of bilateral trade: Does gravity work in a neoclassical world? In *The Regionalization of the World Economy* (pp. 7–22). University of Chicago Press.

Duarte, M. S., Freire, A. S., & Sant'ana, L. R. (2010). Aflatoxinas em cereais: Impactos na nutrição e saúde. *Revista de Nutrição, 23*(1), 65–73.

EC (2004). Commission Regulation (EC) No 683/2004 of 13 April 2004 amending Regulation (EC) No 466/2001 as regards aflatoxins B1, M1 and ochratoxin A in foods for infants and young children. *Official Journal of the European Union*.

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

EC (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*.

EC (2019). 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. *EUR-Lex*.

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. (2019). Methodological advances to improve the cost-effectiveness of monitoring for mycotoxins in cereal grains. *Risk Analysis, 39*(2), 322–335.

Freire, F. (2007). Micotoxinas em alimentos e saúde pública. *Editora Embrapa*.

Henson, S., & Olale, E. (2010). The impacts of sanitary measures on exports of fishery products from developing countries: The case of Uganda. *The World Economy, 33*(6), 888–906.

Iamanaka, B. T., Oliveira, I. S., & Taniwaki, M. H. (2010). Micotoxinas em alimentos. *Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica, 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 930). JETRO.

Jaffee, S., & Henson, S. (2004). *Standards and agro-food exports from developing countries: Rebalancing the debate* (World Bank Policy Research Working Paper 3348). The World Bank.

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.

Martins, M. M. V. (2021). *Efeitos da regulamentação sobre o comércio de produtos agroalimentares* [Dissertação de Mestrado, USP – ESALQ].

Martins, M. M. V., & Monteiro, V. M. (2024). Rejeições europeias e reputação do agronegócio brasileiro. *Revista de Política Agrícola, 1–26.*

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

Munasib, A., & Roy, D. (2011). Mycotoxin regulations and trade. *IFPRI Discussion Paper, 1210*, 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, USP – ESALQ].

Omotayo, O. P., Omotayo, A. O., Mwanza, M., & Babalola, O. O. (2019). Prevalence of mycotoxins and their consequences on human health. *Toxicological Research, 35*, 1–7.

Otsuki, T., Wilson, J. S., & Sewadeh, M. (2001). Saving two in a billion: Quantifying the trade effect of European food safety standards on African exports. *Food Policy, 26*(5), 495–514.

Pinotti, L., Ottoboni, M., Giromini, C., Dell'Orto, V., & Cheli, F. (2016). Mycotoxin contamination in the EU feed supply chain: A focus on cereal byproducts. *Toxins, 8*(2), 45.

Rahayu, W. P., Hizbullah, H., Ulfah, M., Nuraida, L., & Lioe, H. N. (2020). Economic losses estimation due to rejection of Indonesian exported food. *Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik, 7*(1), 13–24.

Ravenstein, E. G. (1885). The laws of migration. *Journal of the Statistical Society of London, 48*(2), 167–235.

Samyal, S., & Sharma, A. (2023). Mycotoxins: Structure, biosynthesis, health effects, and their biological detoxification. In *Fungal Resources for Sustainable Economy* (pp. 479–508). Springer.

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.

Schmale, D., & Munkvold, G. (2024). Mycotoxin contamination in crops: Incidence, impact, and management strategies. *Annual Review of Phytopathology, 62*, 431–451.

Shiratori, N., De Campos, E. G., Batista, L. R., Dias, E. S., & Schwan, R. F. (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.

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).

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*, CIRAD.

UNIDO (2024). *Annual report: Global standards and compliance*. United Nations Industrial

Development Organization.

USITC (2020). *Food safety standards and international trade*. United States International Trade Commission.

Vural, H., & Akgüngör, S. (2019). The role of non-tariff measures in trade: Evidence from the dried fruit sector. *Economics Bulletin, 39*(4), 3057–3066.

WHO (2023). Global burden of mycotoxins: Public health implications. *World Health Organization*.

WTO (2024a). *Agreement on the application of sanitary and phytosanitary measures*. Disponível em: https://www.wto.org/english/docs_e/legal_e/15sps_01_e.htm.

WTO (2024b). *Trade concerns: STC IMS ID 197 (SPS)*. Disponível em: https://tradeconcerns.wto.org/en/stcs/details?imsId=197.

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), 221–226.

Xiong, B., & Beghin, J. C. (2012). Does European aflatoxin regulation hurt groundnut exporters from Africa? *European Review of Agricultural Economics, 39*(4), 589–609.

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

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

Importadores
Países desenvolvidos (PD): Estados Unidos; Japão; Canadá; República da Coreia; Hong Kong, China; Austrália; Emirados Árabes Unidos; Suíça; Arábia Saudita; Taiwan, China; Cingapura; Noruega; Chile; Nova Zelândia; Kuwait; Israel; Omã; Catar; Macau; Uruguai
Países em desenvolvimento (PED):China; Índia; Federação Russa; México; Indonésia; Vietnã; Turquia; Malásia; Filipinas; Brasil; Egito, Rep. Árabe; Líbano; Tailândia; Colômbia; Bangladesh; Paquistão; África do Sul; Argélia; Ucrânia; Marrocos; Nigéria; Peru; Argentina; Cazaquistão; Bielorrússia; Venezuela; Irã, Rep. Islâmica; Angola; Equador; Jordânia; Guatemala; Quênia; República Dominicana; Sri Lanka; Costa Rica; Senegal; Bósnia e Herzegovina; El Salvador; Costa do Marfim; Iémen; Nepal; Honduras; Gana; Tunísia; Benin
Exportadores
Estados Unidos; Brasil; Argentina; Canadá; China; Indonésia; México; Índia; Tailândia; Malásia; Ucrânia; Austrália; Turquia; Chile; Vietnã; Federação Russa; Suíça; África do Sul; Peru; Costa do Marfim; Colômbia; Nova Zelândia; Equador; Costa Rica; Marrocos; Cingapura; Filipinas; Guatemala; República Árabe Síria; Paraguai; Egito, Rep. Árabe; Gana; República da Coreia; Japão; Paquistão; Emirados Árabes Unidos; Sérvia, FR; Israel; Honduras; Quênia; Uruguai; Irã, Rep. Islâmica; Nigéria; Angola; Sri Lanka; Cazaquistão; Myanmar; República Dominicana; Bolívia

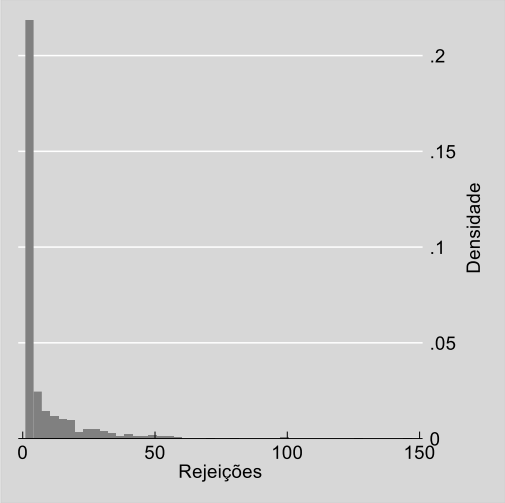
Fonte: Elaboração própria com base nos dados do WITS, 2025.

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

Setor	Descrição	US$ 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 1: Distribuição da variável rejeições (histograma).



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