

**Gabriel Heibel Machado<sup>1</sup>**ORCID: [0009-0002-4328-8019](https://orcid.org/0009-0002-4328-8019)**Michelle Márcia Viana****Martins<sup>2</sup>**ORCID: [0000-0002-0790-5625](https://orcid.org/0000-0002-0790-5625)**Victor Henrique Lana Pinto<sup>3</sup>**ORCID: [0000-0001-8318-4009](https://orcid.org/0000-0001-8318-4009)

1 Graduado em Ciências  
Econômicas

Universidade Federal de Viçosa  
(UFV)

[ghmachadoj@gmail.com](mailto:ghmachadoj@gmail.com)

2 Doutora em Ciências (Economia  
Aplicada)

Universidade de São Paulo  
(USP)

Professora do Departamento de  
Economia  
(UFV)

[michelle.martins@ufv.br](mailto:michelle.martins@ufv.br)

3 Doutor em Economia Aplicada  
(UFV)

[victor.h.lana@ufv.br](mailto:victor.h.lana@ufv.br)

Recebido em: 24/12/2023

Aceito em: 04/11/2024

---

**RESUMO**

Este estudo examinou a influência das notificações sanitárias e fitossanitárias (SPS) com conteúdo salmonela sobre as exportações agrícolas brasileiras, entre 2000 e 2020. Tais medidas podem apresentar resultados negativos, ao se relacionar com os altos custos de conformidade enfrentados pelo exportador, para garantir que sua produção garanta a segurança ao consumidor; ou positivos, ao reduzir as assimetrias de informação e ampliar os envios para os parceiros comerciais. O efeito predominante, positivo ou negativo, é uma questão empírica. Foi realizado, primeiro, uma análise descritiva para caracterizar as medidas SPS com conteúdo salmonela. Posteriormente, procedeu-se à análise econométrica a partir do modelo gravitacional. Constatou-se que os países desenvolvidos são aqueles que mais emitem notificações, e que grande parte das medidas ocorreram para produtos vegetais, o que não era esperado, dada a recorrente associação da salmonela aos produtos de origem animal. Pela análise econométrica, obteve-se o resultado de que as notificações SPS afetam as exportações brasileiras de forma negativa. Ou seja, a incidência de medida SPS relativa à salmonela tende a reduzir as exportações de bens agrícolas brasileiras.

**Palavras-chave:** Salmonela; Medidas Sanitárias e Fitossanitárias; Modelo Gravitacional; Exportações Agrícolas

---

**ABSTRACT**

This study examined the influence of sanitary and phytosanitary (SPS) notifications with salmonella content on Brazilian agricultural exports between 2000 and 2020. Such measures can present negative results, as they are related to the high compliance costs faced by the exporter, to ensure that its production guarantees consumer safety; or positive, by reducing information asymmetries and expanding shipments to commercial partners. The predominant effect, positive or negative, is an empirical question. First, a descriptive analysis was carried out to characterize the SPS measurements with salmonella content. Subsequently, an econometric analysis was carried out using the gravity model. It was found that developed countries are those that issue the most notifications, and that most of the measures occurred for plant products, which was not expected, given the recurrent association of salmonella with products of animal origin. Through econometric analysis, the result was obtained that SPS notifications negatively affect Brazilian exports. In other words, the incidence of the SPS measure relating to salmonella tends to reduce exports of Brazilian agricultural goods.

**Keywords:** Salmonella; Sanitary and Phytosanitary Measures; Gravity Model; Agricultural exports

**Código JEL:** F13, F14, Q17

## INTRODUÇÃO

Devido à forte interligação entre as nações nas cadeias globais de suprimentos, há uma necessidade premente de estabelecer mecanismos que regulamentem a entrada de produtos provenientes de mercados estrangeiros. Tais regulamentações estabelecem padrões de segurança e qualidade para garantir a inocuidade dos produtos. Também visam contar a comercialização de itens que possam contaminar os consumidores ou o território. Esses mecanismos são classificados como Medidas Não Tarifárias (MNTs)<sup>1</sup> e consistem em um conjunto de ações que podem afetar potencialmente os fluxos comerciais, influenciando as quantidades, os preços dos produtos ou ambos, de maneira intencional ou não (Carneiro et al., 2022).

As MNTs incluem regulamentações sanitárias e fitossanitárias (SPS), que são ações regulatórias implementadas para proteger a saúde humana e animal contra riscos decorrentes de aditivos, contaminantes, toxinas ou organismos causadores de doenças presentes nos alimentos. Além disso, visam preservar a vida vegetal e animal, prevenindo a entrada, estabelecimento e disseminação de pragas e doenças que possam causar danos significativos ao território nacional e à biodiversidade (UNCTAD, 2019). Essas medidas devem estabelecer os padrões de segurança para o comércio de alimentos, especialmente para os produtos agropecuários. Contudo, não devem ser aplicadas com objetivos discriminatórios, criando protecionismo comercial disfarçado.

A imposição de MNTs nos alimentos, especialmente as SPS está diretamente ligada à saúde pública. Os padrões de segurança alimentar têm se tornado mais exigentes para produtos que levantam preocupações à saúde. É o caso, por exemplo, da ingestão de alimentos contaminados, que afeta cerca de 600 milhões de pessoas globalmente, resultando em 420 mil mortes anuais (Brasil, 2023). Estudos epidemiológicos destacam que contaminações por salmonela é uma das principais causas de doenças transmitidas por alimentos (DTAs) (O'Bryan et al., 2022).

As DTAs são reconhecidas pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como um dos grandes desafios de saúde pública global. Estima-se que uma em cada dez pessoas seja afetada por essas enfermidades anualmente, levando a cerca de 33 milhões de mortes em todo o mundo. Existem aproximadamente 250 tipos de DTAs conhecidas, sendo a maioria infecções causadas por bactérias (Amaral et al., 2021). No Brasil, entre 2014 e 2023, foram reportados 6.874 surtos de DTAs e 121 óbitos. Cerca de 10% dos casos relacionados à contaminação pela bactéria *Salmonella ssp*<sup>2</sup>.

A incidência de contaminações por patógenos que apresentam risco elevado de contaminação em produtos agropecuários, como a salmonela, exige que os órgãos reguladores determinem medidas SPS para prevenir surtos e garantir a integridade sanitária dos bens comercializados. A resiliência da salmonela em produtos prontos para consumo reforça a sobrevivência da bactéria em condições adversas, como temperaturas baixas e outras simulações, o que enfatiza a necessidade de regulamentações estritas para evitar a contaminação ao longo da cadeia de suprimentos (Akbar e Anal, 2015).

---

<sup>1</sup> Referem-se às políticas, regulamentações e restrições que, sem envolver a aplicação de tarifas, impactam o comércio internacional de bens. Podem incluir normas sanitárias e fitossanitárias, padrões técnicos de qualidade, requisitos de rotulagem, licenciamento de importação e restrições quantitativas, entre outras.

<sup>2</sup> Surtos de Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar Informe – 2024. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/d/dtha/publicacoes/surtos-de-doencas-de-transmissao-hidrica-e-alimentar-no-brasil-informe-2024>. Acesso em 01 de novembro de 2024.

Como essa preocupação é de interesse público, é responsabilidade do Estado definir os critérios que os produtos devem atender para serem aprovados para comercialização. Esses critérios envolvem inspeções, exigências de certificação de qualidade, quarentenas, ou limitações temporárias de importação de regiões com altos índices de contaminação (UNCTAD, 2019).

Embora a adesão a tais regulamentos possa fortalecer a credibilidade dos exportadores, com desdobramentos positivos sobre o comércio, tem o potencial de aumentar os custos de produção dos países e afetar negativamente as exportações, já que os fornecedores precisam adaptar seus processos de produção para atender a essas normas (Carneiro et al., 2022). Fassarella et al. (2011), por exemplo, analisaram as exportações brasileiras de carne de aves, destacando os efeitos positivos e negativos de algumas regulamentações SPS. As medidas relacionadas a rotulagem, proibição e quarentena mostraram-se positivas para as exportações, possivelmente por fortalecerem a confiança no produto. Em contrapartida, requisitos de avaliação de conformidade e certas exigências sobre o processo produtivo apresentaram efeitos negativos, indicando que o custo elevado dessas regulamentações pode restringir o comércio, especialmente para exportadores de países em desenvolvimento.

Santeremo e Lamonaca (2019) mostram que os efeitos das medidas SPS variam consideravelmente conforme o setor investigado, o tipo de MNT e os países analisados. Logo, o que foi observado por Fassarella (2011) não se aplica uniformemente a outros setores ou países exportadores. Por isso, recomenda-se adotar abordagens específicas, como analisar medidas relacionadas a questões particulares e a países exclusivos, para compreender a dinâmica comercial dessas medidas, possibilitando a formulação de políticas agrícolas e comerciais mais coerentes com a amostra investigada.

Dentro do contexto brasileiro, o país destaca-se pelo desempenho no setor primário, especialmente nas exportações agrícolas<sup>3</sup>. No entanto, eventualmente, as exportações do país são alvo de rejeições nos mercados importadores, e uma das razões mais frequentes é a contaminação por *Salmonella* (Martins e Monteiro, 2024). Por essa razão, é oportuno realizar uma avaliação sobre o desempenho das exportações brasileiras diante da imposição de medidas SPS, para regular a presença de salmonela nos produtos agrícolas.

Neste contexto, este trabalho busca identificar os efeitos das medidas SPS relacionadas à salmonela, emitidas pelos parceiros comerciais do Brasil, sobre as exportações de produtos agropecuários brasileiros para o período de 2000 a 2020. Especificamente, realiza-se análise de inventário para caracterizar as medidas SPS com conteúdo salmonela (anos de incidência, países notificadores, produtos afetados, palavras chaves utilizadas e objetivos alegados) direcionadas ao Brasil (direta e indiretamente) e, posteriormente, é feita uma análise econométrica para verificar o efeito econômico dessas medidas sobre as exportações brasileiras.

Este estudo busca aprofundar a compreensão comercial sobre o tema e contribuir para mitigar os riscos à saúde associados à ingestão de alimentos contaminados, e difundidos a partir do comércio internacional. A relevância do tema cresce no contexto global de contaminações, como as ocorridas durante a pandemia de Covid-19, que ampliaram a preocupação com a disseminação transfronteiriça de doenças (Burnquist et al., 2020). Observa-se que, até a elaboração deste trabalho, não foram identificados outros estudos que investiguem o efeito das

---

<sup>3</sup> De acordo com o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA), a participação do agronegócio no Produto Interno Bruto (PIB) do país, é de 23,8%. Disponível em: [https://cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/CT-PIB-AGRO\\_26.MAR.24.pdf](https://cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/CT-PIB-AGRO_26.MAR.24.pdf). Acesso em 01 de novembro de 2024.

medidas SPS relacionadas à salmonela nas exportações agropecuárias totais do Brasil ou de qualquer outro país, reforçando a contribuição única deste estudo para a literatura existente.

Ao final desta introdução, o artigo está organizado em quatro seções principais. A Seção 2 discute a relação entre medidas não tarifárias e o comércio internacional, explorando como estas regulamentações afetam fluxos comerciais e a competitividade entre países. Em seguida, a Seção 3 apresenta a metodologia utilizada na pesquisa, detalhando as técnicas e dados empregados para o desenvolvimento da análise. Na Seção 4, são expostos os principais resultados, com uma análise detalhada dos achados e suas implicações. Por fim, a Seção 5 traz as conclusões, destacando as contribuições do estudo e sugerindo caminhos para futuras pesquisas sobre o tema.

## EFEITOS DE MEDIDAS NÃO TARIFÁRIAS SOBRE O COMÉRCIO INTERNACIONAL

A preocupação com a qualidade dos alimentos é um fenômeno relativamente recente, que se desenvolveu junto com a modernização agrícola e as transformações na estrutura de produção. Essa atenção cresceu devido a avanços científicos que possibilitaram o uso de insumos químicos para aumentar a produtividade e às crescentes exigências por embalagens que facilitam o acesso dos consumidores a informações sobre os produtos (Martins; Burnquist, 2020). Nesse contexto, os conceitos de segurança alimentar e segurança dos alimentos (*food security* e *food safety*) se relacionam. Segurança alimentar refere-se à disponibilidade e acesso aos alimentos, enquanto a segurança dos alimentos está relacionada ao consumo de produtos de qualidade. Entre os atributos de qualidade, a exigência de bens livres de contaminação abrange quatro dimensões principais: proteção contra microrganismos, segurança química, higiene ambiental e higiene pessoal (Fung et al., 2018).

Observa-se que as MNTs, em especial as medidas SPS, assumem um papel relevante na promoção da segurança dos alimentos. A implementação dessas regulamentações visa controlar a circulação de produtos de acordo com os padrões de qualidade e segurança demandados pelo mercado consumidor. Para Walls et al. (2019) cabe ao Estado formular e aplicar políticas que assegurem um sistema alimentar saudável e sustentável. Essa perspectiva justifica o crescente número de MNTs adotadas desde os anos 2000, intensificando o interesse acadêmico no tema (Carneiro et al., 2022).

Abordagens empíricas apontam que, embora as MNTs e as SPS legitimamente protejam a saúde de consumidores, animais e plantas, seu uso como barreiras comerciais pode restringir o fluxo de comércio (Melo; Nicita, 2018). Segundo Teixeira (2021), a imposição de medidas SPS varia conforme o nível de desenvolvimento dos países. Economias desenvolvidas tendem a adotar regulamentos mais rigorosos devido à maior preocupação dos consumidores com alimentos seguros. Por outro lado, países em desenvolvimento, principais fornecedores desses alimentos, frequentemente enfrentam limitações de infraestrutura e recursos técnicos para atender a essas exigências. Por isso, seus fluxos comerciais estão expostos aos efeitos negativos das regulamentações.

Esse cenário é relevante para o Brasil, segundo maior exportador agropecuário para a União Europeia (UE), mercado altamente regulado. Entre 2020 e 2021, as alfândegas europeias rejeitaram vários produtos brasileiros por contaminação de salmonela, afetando itens como pimenta-do-reino, carne de aves e ração animal (Martins, 2022). Esse dado ressalta a urgência de o Brasil fortalecer seus controles sanitários, pois rejeições recorrentes podem comprometer a reputação do país.

A implementação de medidas sanitárias voltadas para o controle de patógenos, como a salmonela, implica custos adicionais para produtos suscetíveis à contaminação. Esses custos decorrem de investimentos em equipamentos, tecnologias de processamento, sistemas de monitoramento e treinamento de funcionários. A adaptação dos produtores a esses custos depende das exigências dos consumidores e das preferências de mercado. Em muitos casos, a ausência de benefícios claros para os produtores que enfrentam custos elevados pode desestimular adaptações na produção, tornando-a economicamente inviável (Carneiro et al., 2022). Assim, é essencial um período de adaptação para que os produtores se ajustem às novas políticas SPS (Elamin; de Cordoba, 2020).

Exportadores com experiência em adaptar seus processos às normas dos países de destino tendem a absorver esses custos de forma mais eficiente, especialmente aqueles que já possuem custos fixos estabelecidos para acessar esses mercados (Fiankor et al., 2021). Como resultado, exportadores com parcerias comerciais consolidadas são mais incentivados a atender às exigências dos parceiros do que aqueles que buscam novos mercados (Grant et al., 2015). Para aqueles que conseguem se ajustar às regulamentações mantendo preços competitivos, as medidas SPS podem até representar uma oportunidade de expansão de mercado (Hejazi et al., 2018). No entanto, pequenos produtores, que dispõem de menos recursos, enfrentam maiores dificuldades para se adaptar, o que agrava sua vulnerabilidade (Disdier et al., 2021).

Sob esse contexto, a adaptação às exigências de mercados de alta renda é particularmente desafiadora para países em desenvolvimento, que enfrentam limitações financeiras e técnicas para implementar as medidas SPS impostas por seus parceiros comerciais. Quando os produtores não conseguem se adequar às regulamentações ou manter preços competitivos, podem perder espaço no mercado, reduzindo o fluxo comercial (Maskus et al., 2013). No caso do Brasil, cuja participação no mercado agropecuário mundial é consolidada, é provável que os custos adicionais sejam marginais, mas os efeitos das SPS no comércio ainda são incertos.

De acordo com Looi Kee et al. (2009), as MNTs representam cerca de 70% das barreiras protecionistas no comércio global, com elevado potencial para restringir o comércio (Niu et al., 2020). Apesar disso, estudos como o de Santeramo e Lamonaca (2019) indicam que o impacto das MNTs pode variar, dependendo dos setores e contextos específicos analisados. Dessa forma, ampliar o estudo das MNTs é essencial para entender como essas medidas influenciam o comércio internacional, especialmente no que se refere à capacidade exportadora de países em desenvolvimento.

Um exemplo no contexto das medidas SPS de salmonela é o estudo desenvolvido por Ghodsi (2023), que examina os efeitos econômicos e sociais de uma medida SPS imposta pela UE, sobre a importação de carne de aves preparadas do Brasil, em resposta à identificação de produtos contaminados pela bactéria. Os resultados indicam que a imposição de uma SPS pode reduzir o excedente do consumidor ao elevar preços e diminuir a concorrência no mercado, que passa de um duopólio para um monopólio dominado por produtores internos da UE. No entanto, para consumidores informados sobre os riscos sanitários, a exclusão do produto contaminado pode ser percebida como uma melhoria no bem-estar.

Além dos efeitos sobre o consumidor, o estudo aponta para uma perda substancial de mercado para exportadores brasileiros, com o volume de importações de carne de aves preparadas do Brasil para a UE caindo de mais de 78 mil toneladas, em 2006, para menos de 1 mil toneladas, em 2019. A conformidade com as rigorosas regulamentações da UE gerou custos para os exportadores brasileiros, incluindo investimentos em testes laboratoriais e adaptação dos processos de produção para prevenir contaminações. Esse cenário coloca um peso econômico sobre os exportadores, que enfrentam o risco de perder acesso ao mercado caso os custos de

adequação se tornem inviáveis, além de sugerir um efeito potencialmente protecionista da medida SPS ao excluir concorrentes internacionais e reduzir a diversidade de produtos disponíveis para os consumidores europeus (Ghodsi, 2023).

Van Tongeren et al. (2009) desenvolveram um modelo de custo-benefício que destaca como medidas restritivas podem ser justificadas, desde que contribuam para a proteção da saúde pública. Entretanto, advertem sobre as implicações negativas no comércio, principalmente quando as exigências de conformidade elevam os custos para exportadores de países em desenvolvimento. Beghin et al. (2012) exploram diferentes cenários de conscientização do consumidor, apontando que a imposição de SPS pode melhorar o bem-estar dos consumidores informados, mesmo que isso resulte em um mercado menos competitivo. Essa análise é ecoada por Ghodi (2023), o qual observa que, apesar dos custos elevados e da diminuição da competitividade para o Brasil, as medidas SPS da UE são aceitas por uma parcela da população europeia que valoriza altos padrões de segurança, o que sustenta a aplicação de regulamentações rigorosas no bloco europeu

Diante disso, torna-se apropriado expandir o estudo das MNTs para compreender como essas medidas afetam os países exportadores, especialmente no âmbito das políticas comerciais. Se o efeito predominante for negativo, indica que as medidas SPS prejudicam a capacidade exportadora do fornecedor; se for positivo, sugere que o exportador assumiu os custos de ajuste e ainda conseguiu manter sua competitividade no mercado.

## METODOLOGIA

Esta seção está organizada em três partes. Primeiramente, apresenta-se o modelo gravitacional teórico. Em seguida, detalha-se a abordagem de inventário, com uma análise descritiva das medidas SPS. Posteriormente, delinea-se a especificação empírica adotada e apresenta-se a origem dos dados utilizados na pesquisa.

### Abordagem teórica: o modelo gravitacional

O modelo gravitacional econômico é oriundo do modelo gravitacional da física desenvolvido por Newton. Adaptando a aplicação newtoniana, Tinbergen (1962) avalia o comportamento de dois países no comércio internacional. No modelo, o autor determina que quanto maior a massa econômica de dois países, medida pelo PIB, e menor a distância geográfica bilateral, maior a chance de comércio entre ambos, e maiores serão seus fluxos comerciais. Anderson e Wincoop (2003) formalizaram a ideia de Tinbergen (1962), a partir de fundamentos microeconômicos. Baseando-se em uma função *Constant Elasticity of Substitution* (CES), os consumidores maximizam suas utilidades sujeitos às suas respectivas restrições orçamentárias. Como resultado, tem-se o problema de otimização representado pela equação (1), não linear com o termo de erro multiplicativo:

$$X_{ijt}^k = \frac{E_{jt}^k Y_{it}^k}{Y_t^k} \left( \frac{\tau_{ijt}^k}{P_{jt}^k \Pi_{it}^k} \right)^{1-\sigma_k} e_{ij}^k \quad (1)$$

em que  $X_{ij}^k$  são as exportações do produto  $k$  do país  $i$  para o país  $j$  no ano  $t$ ;  $Y_{it}^k$ ,  $Y_t^k$  são a produção do bem  $k$  no país  $i$  e a produção agregada mundial do mesmo produto  $k$  no ano  $t$ ,

respectivamente;  $E_{jt}^k$  representa os gastos do país  $j$  para obter produto  $k$  no ano  $t$ ,  $\tau_{ijt}^k$  refere-se aos custos comerciais incorridos pelo país  $i$  para enviar os produtos  $k$  ao país  $j$  no ano  $t$ ;  $\sigma_k$  representa a elasticidade de substituição entre grupos de produtos<sup>4</sup>;  $P_{jt}^k$  (equação 2) e  $\Pi_{it}^k$  (equação 3) são identificados como os termos de resistência multilateral e podem ser interpretados como medida da incidência dos custos incorridos pelos vendedores do país  $j$  para produzirem  $k$  no ano  $t$  e compradores de  $i$  para adquirirem  $k$  no ano  $t$ , respectivamente. Por fim,  $e_{ij}^k$  indica o erro.

$$(\Pi_{it}^k)^{1-\sigma_k} = \sum_j^{n=1} \left( \frac{\tau_{ijt}^k}{P_{jt}^k} \right)^{1-\sigma_k} \frac{E_{jt}^k}{Y_t^k} \quad (2)$$

$$(P_{jt}^k)^{1-\sigma_k} = \sum_j^{n=1} \left( \frac{\tau_{ijt}^k}{P_{jt}^k} \right)^{1-\sigma_k} \frac{Y_{it}^k}{Y_t^k} \quad (3)$$

A inserção dos termos de resistência multilateral expressa a grande contribuição econômica de Anderson e van Wincoop (2003). Conforme observado nas equações (2) e (3), esses termos apresentam relação inversa com os fluxos comerciais e direta com os custos comerciais. Portanto, eles representam avanço aos modelos que avaliam fluxos comerciais. Por essa razão, sua omissão incorre em problema do ponto de vista econométrico, pois quando ignorados, levam à existência de viés de variável omitida.

A variável  $\tau_{ijt}^k$  corresponde a uma função de todos os possíveis entraves bilaterais que afetam o comércio. Segundo Carneiro et al. (2022), a literatura costuma aproximá-lo por um conjunto de variáveis de natureza geográfica e histórico-institucional – como distância, fronteira comum, idioma comum e laços culturais comuns – até medidas de política comercial, como tarifas ou MNTs. Todas essas medidas podem ser representadas pelo componente  $z_{ijt}^m$ . Desse modo,  $\tau_{ijt}^k$  pode ser escrito como a seguinte função (equação 4):

$$\tau_{ijt}^k = \sum_{m=1}^M (z_{ijt}^m)^{\gamma_m} \quad (4)$$

se  $z_{ijt}^m$  é igual a 0, implica significa ausência de custos bilaterais de comércio, caso contrário, são admitidos custos comerciais. O resultado dessa variável representa um equivalente *ad valorem* de todos os custos comerciais relacionados à variável  $m$ .

Por fim, destaca-se que o modelo gravitacional é vastamente utilizado em trabalhos que buscam explicar fluxos comerciais, mostrando-se amplamente útil para descrever fenômenos ligados ao comércio internacional (Head; Mayer, 2014; Yotov et al., 2016).

<sup>4</sup> A elasticidade de substituição representa medida hipotética e estimada. Anderson e van Wincoop (2003, 2004) concluíram, por meio de estimações, que o valor desse parâmetro varia entre 5 e 10, e adotaram o valor 8 em seus respectivos trabalhos de referência.



## Abordagem descritiva: análise de inventário

Empregadas neste estudo, com ênfase nas relacionadas à *Salmonella* (classificadas como medidas sanitárias e fitossanitárias, SPS), foi realizada com base em notificações disponibilizadas pela plataforma da Organização Mundial do Comércio (OMC) e Ping (2023). Para identificar os produtos brasileiros mencionados, utilizou-se uma avaliação detalhada, conhecida como análise de inventário. De acordo com Beghin e Bureau (2001) essa metodologia oferece informações importantes sobre as medidas SPS, incluindo o país emissor, o ano de referência, os setores impactados, o conteúdo da medida e seus objetivos voltados à proteção da saúde humana, animal e vegetal.

As abordagens de inventário se destacam pela capacidade de descrever a influência das regulamentações por meio de uma perspectiva qualitativa. Beghin e Bureau (2001) ressaltam que informações oriundas de reclamações industriais sobre práticas discriminatórias são fundamentais para essa análise. A avaliação qualitativa permite uma compreensão aprofundada das nuances e complexidades que envolvem as MNTs e seus impactos no comércio internacional, enriquecendo a análise com um panorama mais detalhado dos efeitos regulatórios das SPS aplicadas às exportações agrícolas brasileiras.

Embora os dados de detenções em fronteira sejam relevantes, já que as agências nacionais frequentemente os utilizam para reportar barreiras comerciais, as variações nas capacidades administrativas dos países em registrar reclamações podem introduzir viés a partir de uma abordagem quantitativa (Beghin; Bureau, 2001). Assim, embora abordagens quantitativas forneçam dados objetivos, este estudo recorre a uma análise qualitativa para a elaboração de um panorama mais matizado dos efeitos regulatórios das MNTs com conteúdo voltado à salmonela, especialmente no que concerne às exportações agrícolas brasileiras.

Com base nesse levantamento, formularam-se algumas hipóteses. Em função da natureza da salmonela, supõe-se que os produtos de origem animal sejam os mais afetados pelas medidas SPS, dado que é comum associar os surtos de salmonela à ingestão de proteínas de origem animal. A análise desenvolvida, portanto, permite testar a hipótese de que esse setor está mais suscetível a alertas regulatórios relacionados à salmonela.

A análise descritiva das notificações é realizada pela identificação dos produtos afetados, dos objetivos das medidas, dos países envolvidos e dos respectivos anos de incidência. A avaliação abrange produtos agropecuários classificados no Sistema Harmonizado (SH) em dois dígitos. A partir desse levantamento inicial, análises mais detalhadas são conduzidas em níveis específicos de quatro e seis dígitos (SH04 e SH06, respectivamente), visando a uma identificação mais precisa dos produtos afetados. Os produtos analisados compreendem mercadorias incluídas nas seções de SH01 a SH24, com a exclusão de itens não alimentícios. As categorias foram organizadas em três grupos: i) produtos de origem animal (SH01 a SH05); ii) produtos de origem vegetal (SH06 a SH15); e iii) produtos processados (SH16 a SH24), permitindo verificar a predominância de notificações em alguma dessas categorias.

As medidas SPS podem ter caráter regular ou emergencial. As medidas regulares estabelecem condições normativas para a importação e têm caráter informativo, podendo ser contestadas pelo(s) país(es) importador(es). Por outro lado, as medidas emergenciais são aplicadas em resposta a surtos específicos, suspendendo temporariamente o comércio até que as condições sejam normalizadas pelo exportador (Heringer; Da Silva, 2014). Na análise de inventário conduzida neste estudo, consideraram-se exclusivamente as medidas regulares, dado seu caráter normativo. A partir desse filtro inicial, realizou-se uma segunda seleção, abrangendo apenas medidas direcionadas especificamente ao Brasil.



## Abordagem empírica e dados

Para avaliar o efeito das notificações com conteúdo salmonela sobre as exportações brasileiras, o modelo gravitacional teórico fornece as bases para a equação gravitacional empírica, apresentada na equação (5):

$$X_{ijt}^k = \alpha + \theta_{it} + \phi_{tj} + \vartheta_k + \beta_1 SPS_{ijtk} + \varepsilon_{ij} \quad (5)$$

em que  $X_{ijt}^k$  representa as exportações de produtos agroalimentares do Brasil ( $i$ ) para os países importadores ( $j$ ) do bem  $k$  no ano  $t$ ;  $\alpha$  é o termo constante;  $\theta_{it}$ ,  $\phi_{tj}$  e  $\vartheta_k$  são efeitos fixos do exportador-ano<sup>5</sup>; importador-ano e produto;  $SPS_{ijtk}$  é uma variável *dummy* que recebe valor 1 se há incidência de notificação SPS com conteúdo de salmonela para o Brasil pelo país importador ( $j$ ) para o bem  $k$  no ano  $t$ , 0 caso contrário;  $\varepsilon_{ij}$  é o termo de erro.

Analisa-se o período de 2000 a 2020, com vistas a contemplar os anos mais recentes com os quais há informações disponíveis. Os parceiros comerciais do Brasil são aqueles que adquiriram até 85% das remessas agropecuárias brasileiras no período<sup>6</sup>, resultando 33 importadores. Os produtos selecionados são todos os bens agroalimentares, desagregados a seis dígitos de acordo com o SH. Excluiu-se, ainda, aqueles que não são bens próprios para consumo, somando 636 produtos. Os dados foram organizados em um painel, o que permite controlar a heterogeneidade existente entre os parceiros comerciais, setores e anos (Bobková, 2014).

Feenstra (2015) e Head e Mayer (2014) enfatizam a importância da inserção dos efeitos fixos (EF) para controlar os termos de resistência multilateral da estrutura teórica de Anderson e van Wincoop (2003). Esses EFs controlam variáveis que influenciam os fluxos comerciais, mas que não são contempladas pelo pesquisador no modelo, seja pela dificuldade de acesso aos dados ou por sua omissão. No entanto, deve-se estar atento à multicolinearidade entre as variáveis consideradas no modelo e os EFs.

Os EFs de importador-ano, por exemplo, absorvem variáveis específicas do importador que variam ao longo do tempo, como Produto Interno Bruto (PIB), produção agregada, índice de preço anual, taxa de câmbio, entre outras. Por isso, a inserção do EF importador-ano dispensa a inserção dessas variáveis. O mesmo serve para o EF de pares de países. Baier e Bergstrand (2007) argumentam que esse EF pode ser mais apropriado do que utilizar o conjunto padrão de variáveis gravitacionais. Exemplos de variáveis dessa natureza são a distância bilateral, idioma comum e contiguidade. Neste caso, esses EFs não apenas as absorvem, mas também controlam outras medidas difíceis de mensurar, comuns ao par de países, que afetam o comércio.

No entanto, ao lidar com uma amostra que possui apenas um exportador, a inclusão simultânea de efeitos fixos para importador-ano e por pares de países pode criar um problema de redundância. Isso ocorre porque os efeitos fixos do importador seriam essencialmente os mesmos que os dos pares de países e inseri-los na mesma regressão resultaria em perfeita colinearidade. Anderson et al. (2020) sugerem a exclusão de um desses efeitos fixos para

<sup>5</sup> Como a amostra contempla apenas um exportador, o efeito fixo exportador-ano é similar ao efeito fixo de ano.

<sup>6</sup> China, Estados Unidos da América, Alemanha, Países Baixos, Rússia, Japão, Espanha, Arábia Saudita, França, Hong Kong, Reino Unido, Coreia do Sul, Itália, Egito, Tailândia, Indonésia, Emirados Árabes Unidos, Índia, Bélgica, Nigéria, Vietnam, Argélia, Canadá, Malásia, Taiwan, Chile, Argentina, Venezuela, Marrocos, Turquia, Noruega, Portugal e Irã.

contornar essa questão, justificando a opção de não adotar os efeitos fixos para pares de países quando os efeitos fixos para importador-ano já são utilizados.

Assim como recomendado em Silva e Tenreyro (2006), este estudo utiliza o estimador de Poisson Pseudo Maximum Likelihood (PPML). Ele oferece resultados robustos, mesmo mediante à heterocedasticidade dos erros, e gera estimativas não enviesadas diante de situações em que a variável dependente é dominada por valores zero na amostra.

Para avaliar a robustez dos resultados relacionados à variável SPS, são estimadas equações gravitacionais alternativas substituindo os efeitos fixos por variáveis frequentemente empregadas no modelo gravitacional, procedimento usual na literatura (Capoani; Barlese, 2021; Nijkamp; Ratajczak, 2021). Esse exercício econométrico visa verificar a sensibilidade da variável de interesse sob diferentes estratégias empíricas, assim como se a significância do parâmetro e o sentido da relação de interesse se mantêm consistentes.

$$X_{ijt}^k = \alpha + \vartheta_k + \gamma_{ij} + \beta_1 SPS_{ijtk} + \beta_2 \ln PIB_{it} + \beta_3 \ln PIB_{jt} + \varepsilon_{ij} \quad (6)$$

$$X_{ijt}^k = \alpha + \beta_1 SPS_{ijtk} + \beta_2 \ln PIB_{it} + \beta_3 \ln PIB_{jt} + \beta_4 \ln DIST_{ij} + \beta_5 Acordo\ Comercial_{ijt} + \beta_6 Contiguidade_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad (7)$$

A equação (6) remove os efeitos fixos importador-ano e exportador-ano e acrescenta o efeito fixo par de países  $\gamma_{ij}$  e as variáveis  $PIB_{it}$  e  $PIB_{jt}$ , comuns ao modelo gravitacional, que representam o PIB do exportador ( $i$ ) e do importador ( $j$ ) no ano  $t$ , respectivamente. Na equação (5), as duas variáveis são absorvidas pelos respectivos efeitos fixos unilaterais.

Na equação (7), remove-se o efeito fixo de par de países e acrescentam-se à equação (6) variáveis bilaterais, tais como  $DIST_{ij}$  que é a distância bilateral entre a capital dos países  $i$  e  $j$ , *proxy* para custos de transporte;  $Contiguidade_{ij}$  *dummy* que apresenta valor 1 se os países  $i$  e  $j$  compartilham fronteira comum e 0 caso contrário;  $Acordo\ Comercial_{ijt}$  *dummy* que apresenta valor 1 se os países  $i$  e  $j$  têm acordo comercial e 0 caso contrário.

As notificações SPS são provenientes da plataforma da SPS&TBT<sup>7</sup> alimentada pela OMC. Os fluxos comerciais são adquiridos da plataforma *World Trade Integrated Solutions*<sup>8</sup>, alimentada pelo *United Nations Comtrade*. As variáveis tradicionais do modelo gravitacional (distância, contiguidade e acordo comercial) estão disponíveis no *CEPII Research and Expertise on the World Economy*<sup>9</sup>. Finalmente, os dados sobre PIB estão disponíveis no Banco Mundial<sup>10</sup>.

As informações sobre as variáveis utilizadas, contando com sua descrição unidade de medidas utilizadas e sinal esperado, estão descritas no Quadro 1. A variável SPS não apresenta sinal esperado, pois um dos objetivos do trabalho é justamente verificar o efeito das medidas de salmonela sobre as exportações brasileiras. De acordo com a literatura, o sinal pode variar de acordo com o setor, países envolvidos e a própria MNT adotada.

<sup>7</sup> Disponível em: <https://eping.wto.org/>. Acesso em novembro de 2022.

<sup>8</sup> Disponível em: <https://wits.worldbank.org/>. Acesso em novembro de 2022.

<sup>9</sup> Disponível em: < <http://www.cepii.fr/CEPII/en/cepii/cepii.asp> >. Acesso em novembro de 2022.

<sup>10</sup> Disponível em: < <https://data.worldbank.org/> >. Acesso em novembro de 2022.

Quadro 1: Descrição e sinais esperados das variáveis a serem estimadas empregando a equação gravitacional

Variável		Unidade	Sinal esperado
$X_{ijt}^k$	Exportações agroalimentares do Brasil	US\$ correntes	N/A
$SPS_{ijtk}$	Medida SPS com conteúdo salmonela	binária	A ser determinado
$\ln PIB_{imp_{jt}}$	PIB do país importador	US\$ correntes	(+)
$\ln PIB_{exp_{it}}$	PIB do país exportador	US\$ correntes	(+)
$Acordo\ Comercial_{ijt}$	Presença de acordos comerciais entre os países envolvidos no comércio	binária	(+)
$\ln DIST_{ij}$	Distância entre as capitais dos países envolvidos no comércio	km	(-)
$Contiguidade_{ij}$	Presença de fronteiras entre os envolvidos no comércio	binária	(+)

Fonte: Elaboração própria.

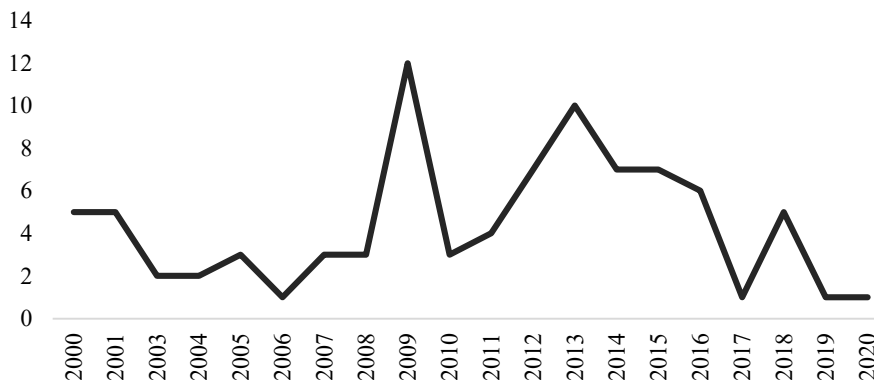
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Análise descritiva

A análise desta seção concentra-se nas medidas SPS relacionadas à salmonela, emitidas entre 2000 e 2020, que impactam direta ou indiretamente o Brasil. Durante esse período, foram registradas 81 notificações SPS de caráter regular. Tais medidas podem afetar o país de forma direta, quando direcionadas especificamente ao Brasil, ou de maneira indireta, quando um parceiro comercial implementa um regulamento aplicável a múltiplos países, incluindo o Brasil. Esse tipo de regulação pode, portanto, influenciar os fluxos comerciais brasileiros, mesmo que não seja endereçada exclusivamente ao país.

O comportamento das notificações ao longo do tempo é representado na Figura 1, que revela um padrão oscilatório: há um pico de 12 notificações, em 2009, e outro de 10 notificações, em 2013, ambos associados a surtos de salmonelose registrados nesses anos (Roland et al., 2021). A média anual observada é de 4,2 notificações, sem uma regularidade ao longo do período, o que sugere que a emissão dessas medidas SPS é mais reativa a surtos específicos de salmonela do que a fatores sazonais. Essa natureza responsiva reforça a hipótese de que as notificações SPS são desencadeadas por crises sanitárias emergentes, ajustando-se a riscos identificados pontualmente.

Figura 1: Número de medidas SPS regulares com conteúdo salmonela (2000 a 2020)



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados da OMC.

Outro aspecto relevante da análise refere-se aos principais emissores de notificações SPS. De acordo com a literatura (Santeramo; Lamonaca, 2022) e conforme demonstrado na Tabela 1, os países desenvolvidos lideram as emissões de notificações SPS, o que pode refletir uma preocupação mais intensa com a qualidade dos produtos e uma estrutura regulatória mais rigorosa, em comparação com os países de menor renda. A UE e os Estados Unidos (EUA), juntos, respondem por 39,5% das notificações emitidas, destacando-se como os maiores emissores.

Tabela 1: Notificações SPS com conteúdo salmonela por países emissores (2000 a 2020)

País emissor	Número de notificações	País emissor	Número de notificações
União Europeia	21	Canadá	1
Estados Unidos	14	Colômbia	1
Vietnã	12	Emirados Árabes Unidos	1
Coreia do Sul	7	Itália	1
Austrália	6	Japão	1
Nova Zelândia	4	Noruega	1
China	3	Singapura	1
Filipinas	3	Tailândia	1
Chile	2	Taipei Chinês	1
Montenegro	2	Turquia	1
Países Baixos	2	Uganda	1
Argentina	1	Total	88

Fonte: Elaborado pelos autores, a partir de dados da OMC.

O Vietnã ocupa a terceira posição entre os principais emissores, com 14,6% das medidas, seguido pela Coreia do Sul (7,3%), Austrália (6,1%) e Nova Zelândia (4,9%). Os demais países registraram emissões menores, com no máximo três medidas cada. Essa distribuição aponta para um papel central das economias mais desenvolvidas, mas também sugere que países emergentes, como o Vietnã, têm aumentado sua participação na aplicação de normas SPS,

possivelmente devido ao fortalecimento de suas estruturas regulatórias e à crescente inserção no comércio internacional.

No início dos anos 2000, a UE implementou um programa específico para combater a salmonela, visando assegurar a higiene dos alimentos, tanto os produzidos internamente quanto os importados, a fim de prevenir a disseminação desse patógeno no território europeu. Esse esforço resultou em uma redução significativa dos casos de salmonela nos Estados-membros, diminuindo de 200.000 casos registrados antes de 2004 para 91.000 após a aplicação do programa. Como medida de sustentação dos resultados obtidos, os países membros adotaram uma política de suspensão das importações de produtos agropecuários contaminados (Ghodsí, 2023).

Para uma análise detalhada, foi aplicado um exame similar para produtos classificados em níveis de agregação de dois, quatro e seis dígitos. As Tabelas 2 e 3 apresentam os dados relativos aos produtos com códigos de dois e quatro dígitos, respectivamente. A comparação entre as duas tabelas revela uma consistência nas categorias de bens que mais receberam notificações, com destaque para os produtos de origem vegetal nas duas desagregações. Esse achado contrasta com a hipótese inicial de que os produtos de origem animal seriam os principais alvos das medidas de alerta, sugerindo que os produtos vegetais também desempenham um papel relevante nas preocupações sanitárias ligadas à Salmonela.

Embora a salmonela seja comumente associada a produtos de origem animal, pesquisas indicam que frutas, vegetais frescos e outros produtos vegetais também podem ser vetores de contaminação, especialmente durante o cultivo, a colheita, o transporte e o armazenamento (Akbar; Anal, 2015). A vulnerabilidade dos produtos vegetais à contaminação pela bactéria se deve, em parte, ao uso de água contaminada na irrigação. Água não tratada ou proveniente de fontes poluídas pode introduzir salmonela nas plantas durante o cultivo. Práticas agrícolas que utilizam esterco animal como fertilizante sem a devida compostagem também representam um risco, pois podem transferir a bactéria do solo para os vegetais (Silva, 2019).

As falhas nas práticas agrícolas, incluindo colheita e pós-colheita, representam outros fatores críticos. Equipamentos sujos, superfícies contaminadas e a falta de higiene dos trabalhadores podem introduzir ou espalhar salmonela nos produtos vegetais. A ausência de práticas adequadas de higiene e segurança alimentar em todas as etapas, desde o campo até a mesa do consumidor, contribui para a contaminação.

Em mercados com regulações rigorosas, como a UE, esses fatores aumentam a necessidade de impor medidas SPS específicas para produtos vegetais, de modo a garantir padrões de segurança alimentar elevados. Além disso, a crescente demanda por produtos frescos e minimamente processados intensifica o foco em medidas preventivas, pois esses produtos são consumidos sem processamento térmico, o que seria eficaz na eliminação de patógenos.

Os dados apresentados na Tabela 3 confirmam que o item mais notificado é "Outros produtos hortícolas, frescos ou refrigerados" (SH0709), representando 7,8% das notificações no total. Em seguida, destacam-se "Produtos hortícolas, não cozidos ou cozidos em água ou vapor, congelados" (SH0710), também com 7,8%. Outras categorias de destaque incluem "Carnes e miudezas de aves comestíveis, frescas ou refrigeradas" (SH0207) e "Ovos de aves, com casca, frescos ou cozidos" (SH0407), ambos com 5,1%, além de "Frutas e outras partes comestíveis de plantas, preparadas ou conservadas de outro modo, com ou sem adição de açúcar ou de outros edulcorantes ou de álcool, não especificadas nem compreendidas noutras posições" (SH2008), igualmente com 5,1%. Outros 20 itens receberam apenas uma notificação cada, somando 6,0% das notificações emitidas.

Tabela 2: Notificações SPS com conteúdo salmonela por produtos a dois dígitos (2000 a 2020)

Códigos HS	Descrição	Classificação	Número de Notificações	%
07	Produtos hortícolas, plantas, raízes, e tubérculos comestíveis	Vegetal	72	21,6%
08	Frutas, casca de citrinos e de melões	Vegetal	54	16,2%
02	Carnes e miudezas, comestíveis	Animal	40	12,0%
09	Café, chá mate e especiarias	Vegetal	29	8,7%
04	Leite e laticínios, ovos de aves, mel natural, produtos comestíveis de origem animal, não especificados nem compreendidos em outros capítulos	Animal	28	8,4%
01	Animais vivos	Animal	21	6,3%
03	Peixes, crustáceos, moluscos e outros invertebrados aquáticos	Animal	18	5,4%
20	Preparações de produtos hortícolas, de frutas ou de outras partes da planta	Processado	16	4,8%
23	Resíduos e desperdícios das indústrias alimentares, alimentos preparados para animais	Processado	13	3,9%
12	Sementes e frutos oleaginosos, grãos, sementes e frutos diversos, plantas industriais ou medicinais, palhas e forragens	Vegetal	12	3,6%
11	Produtos da indústria de moagem, malte, amidos e féculas, inulina, glúten de trigo	Vegetal	7	2,1%
19	Preparação a base de cereais, farinhas, amidos, féculas ou leite, produtos de pastelaria	Processado	7	2,1%
16	Preparação de carnes, de peixes ou de crustáceos, de moluscos ou de outros invertebrados aquáticos	Processado	6	1,8%
35	Materiais albuminoides, produtos à base de amidos ou de féculas modificado, enzimas	-	5	1,5%
15	Gorduras e óleos, produtos da sua dissociação, gorduras alimentares elaboradas, ceras de origem animal ou vegetal	Vegetal	3	0,9%
05	Outros produtos de origem animal não especificados nem compreendidos em outros capítulos	Animal	1	0,3%
14	Matérias para entrançar e outros produtos de origem vegetal, não especificado nem compreendidos noutros capítulos	Vegetal	1	0,3%
21	Preparações alimentícias diversas	Processado	1	0,3%
Total			334	100,0%

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados SPS&TBT disponibilizados pela OMC.

Tabela 3: Notificações SPS com conteúdo salmonela por produtos a quatro dígitos (2000 a 2020)

Código HS	Descrição	Classificação	Número de notificações	%
0709	Outros produtos hortícolas, frescos ou refrigerados	Vegetal	26	7.80%
0710	Produtos hortícolas, não cozidos ou cozidos em água ou vapor, congelados	Vegetal	19	5.70%
0207	Carnes e miudezas comestíveis, frescas, refrigeradas ou congeladas, das aves da posição 0105	Animal	17	5.10%
0407	Ovos de aves, com casca, frescos, conservados ou cozidos	Animal	16	4.80%
2008	Frutas e outras partes comestíveis de plantas, preparadas ou conservadas de outro modo, com ou sem adição de açúcar ou de outros edulcorantes ou de álcool, não especificadas nem compreendidas noutras posições	Processado	16	4.80%
0708	Legumes de vagem, com ou sem vagem, frescos ou refrigerados	Vegetal	14	4.20%
2309	Preparações dos tipos utilizados na alimentação de animais	Processado	13	3.90%
0105	Galos, galinhas, patos, gansos, perus, peruas e galinhas-d'angola (pintadas), das espécies domésticas, vivos	Animal	12	3.60%
0810	Outras frutas frescas	Vegetal	12	3.60%
0806	Uvas frescas ou secas	Vegetal	11	3.30%
0802	Outras frutas de casca rija, frescas ou secas, mesmo sem casca ou peladas	Vegetal	10	3.00%
1207	Outras sementes e frutos oleaginosos, mesmo triturados	Vegetal	10	3.00%
0704	Couves, couve-flor, repolho ou couve frisada, couve-rábano e produtos comestíveis semelhantes do género Brassica, frescos ou refrigerados	Vegetal	8	2.40%
0805	Citrinos, frescos ou secos	Vegetal	8	2.40%
0910	Gengibre, açafrão, cúrcuma, tomilho, louro, caril e outras especiarias	Vegetal	8	2.40%
0902	Chá, mesmo aromatizado	Vegetal	7	2.10%
0904	Pimenta (do género Piper); pimentos dos géneros Capsicum ou Pimenta, secos ou triturados ou em pó	Vegetal	7	2.10%
0908	Noz-moscada, macis, amomos e cardamomos	Vegetal	7	2.10%
1106	Farinhas, sêmolas e pós, de legumes de vagem secos da posição 0713, de sagu ou das raízes ou tubérculos da posição 0714 e dos produtos do Capítulo 8	Vegetal	7	2.10%
1202	Amendoins não torrados nem de outro modo cozidos, mesmo descascados ou triturados	Vegetal	7	2.10%

Continua (...)



(...) Continuação – Tabela 3: Notificações SPS com conteúdo salmonela por produtos a quatro dígitos (2000 a 2020)

1211	Plantas, partes de plantas, sementes e frutos, das espécies utilizadas principalmente em perfumaria, medicina ou como inseticidas, parasiticidas e semelhantes, frescos ou secos, mesmo cortados, triturados ou em pó	Vegetal	7	2.10%
0811	Frutas, não cozidas ou cozidas em água ou vapor, congeladas, mesmo adicionadas de açúcar ou de outros edulcorantes	Vegetal	6	1.80%
0813	Frutas secas, exceto das posições 0801 a 0806; misturas de frutas secas ou de frutas de casca rija, do presente capítulo	Vegetal	6	1.80%
1404	Produtos vegetais não especificados nem compreendidos noutras posições	Vegetal	6	1.80%
0307	Moluscos, com ou sem concha, vivos, frescos, refrigerados, congelados, secos, salgados ou em salmoura; invertebrados aquáticos, exceto crustáceos e moluscos, vivos, frescos, refrigerados, congelados, secos, salgados ou em salmoura; farinhas, pó e pellets	Animal	5	1.50%
3507	Enzimas; enzimas preparadas não especificadas nem compreendidas em outras posições	-	5	1.50%
1901	Extratos de malte; preparações alimentícias de farinhas, grumos, sêmolos, amidos, féculas ou extratos de malte, não contendo cacau ou contendo-o numa proporção inferior a 40 %, em peso, não especificadas nem compreendidas noutras posições; preparações a	Processado	4	1.20%
0208	Outras carnes e miudezas comestíveis, frescas, refrigeradas ou congeladas	Animal	3	0.90%
0301	Peixes vivos	Animal	3	0.90%
0302	Peixes frescos ou refrigerados, exceto os filés de peixes e outra carne de peixes da posição 03.04	Animal	3	0.90%
0303	Peixes congelados, exceto os filés de peixes e outra carne de peixes da posição 03.04	Animal	3	0.90%
0713	Legumes de vagem, secos, em grão, mesmo pelados ou partidos	Vegetal	3	0.90%
1602	Outras preparações e conservas de carne, miudezas ou sangue	Processado	3	0.90%
1902	Massas alimentícias, mesmo cozidas ou recheadas (de carne ou de outras substâncias) ou preparadas de outro modo, tais como esparguete, macarrão, alitria, lasanha, nhoque, ravioli e canelone; cuscuz, mesmo preparado	Processado	3	0.90%
0103	Animais vivos da espécie suína	Animal	2	0.60%
0106	Outros animais vivos	Animal	2	0.60%
0106	Outros animais vivos	Animal	2	0.60%

Continua (...)

(...) Continuação – Tabela 3: Notificações SPS com conteúdo salmonela por produtos a quatro dígitos (2000 a 2020)

0203	Carnes de animais da espécie suína, frescas, refrigeradas ou congeladas	Animal	2	0.60%
0210	Carnes e miudezas, comestíveis, salgadas ou em salmoura, secas ou defumadas; farinhas e pós, comestíveis, de carnes ou de miudezas	Animal	2	0.60%
0401	Leite e nata, não concentrados nem adicionados de açúcar ou de outros edulcorantes	Animal	2	0.60%
0408	Ovos de aves, sem casca, e gemas de ovos, frescos, secos, cozidos em água ou vapor, moldados, congelados ou conservados de outro modo, mesmo adicionados de açúcar ou de outros edulcorantes	Animal	2	0.60%
1209	Sementes, frutos e esporos, para sementeira	Vegetal	2	0.60%
2009	Sumos de frutas (incluídos os mostos de uvas) ou de produtos hortícolas, não fermentados, sem adição de álcool, com ou sem adição de açúcar ou de outros edulcorantes	Processado	2	0.60%
Outros 20 produtos		-	20 (uma medida cada)	6,04%
Total			334	100

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados SPS&TBT disponibilizados pela OMC.

Ao repetir a análise para produtos com classificação de seis dígitos, identificaram-se 74 itens com maior especificidade, conforme ilustrado na Tabela 4. Importante mencionar que as notificações SPS emitidas para produtos de dois dígitos afetam automaticamente todos os produtos correspondentes nos níveis de quatro e seis dígitos. No entanto, quando a notificação é direcionada especificamente a um produto com código de seis dígitos, apenas esse item é afetado, sem contabilizar sobre as categorias de quatro e dois dígitos na mesma classe. Na análise de inventário realizada, as notificações de produtos com seis dígitos foram somadas às suas categorias correspondentes de quatro e dois dígitos, permitindo uma avaliação mais abrangente das classes de produtos mais impactadas.

A análise detalhada dos dados desagregados em seis dígitos destaca a predominância de notificações sobre produtos de origem vegetal, com ênfase em categorias como “Produtos hortícolas, como feijões” (SH071022), “Couves, repolhos e produtos comestíveis semelhantes do gênero *brassica*, frescos ou refrigerados” (SH070490) e “Pimentões e pimentas, dos gêneros *capsicum* ou pimenta, secos, triturados ou em pó” (SH090420), que receberam 10, 7 e 7 notificações, respectivamente.

Tabela 4: Notificações SPS com conteúdo salmonela por produtos a quatro dígitos (2000 a 2020)

Código HS	Descrição	Classificação	Número de notificações	%
071022	Feijões congelados, com ou sem vagem, não cozidos ou cozidos em água ou vapor	Vegetal	10	4.65%
070490	Couves, repolhos e produtos comestíveis semelhantes do gênero brassica, frescos ou refrigerados	Vegetal	7	3.26%
070990	Outros produtos hortícolas, frescos ou refrigerados	Vegetal	7	3.26%
090420	Pimentões e pimentas, dos gêneros capsicum ou pimenta, secos ou triturados ou em pó	Vegetal	7	3.26%
110630	Farinhas, sêmolos e pós de frutas (dos produtos do capítulo 8)	Vegetal	7	3.26%
070810	Ervilhas ( <i>pisum sativum</i> ), frescas ou refrigeradas, com ou sem vagem	Vegetal	6	2.79%
070820	Feijões ( <i>Vigna spp.</i> , <i>Phaseolus spp.</i> ) frescos ou refrigerados, com ou sem vagem	Vegetal	6	2.79%
070930	Berinjelas, frescas ou refrigeradas	Vegetal	6	2.79%
070960	Pimentões e pimentas dos gêneros capsicum ou pimenta, frescos ou refrigerados	Vegetal	6	2.79%
071080	Outros produtos hortícolas congelados, não cozidos ou cozidos em água ou vapor	Vegetal	6	2.79%
080620	Uvas secas	Vegetal	6	2.79%
090810	Noz-moscada	Vegetal	6	2.79%
121190	Outras plantas, partes de plantas, sementes e frutos, frescos ou secos, mesmo cortados, triturados ou em pó, para uso em perfumaria, medicina ou como inseticidas, parasiticidas ou semelhantes	Vegetal	6	2.79%
070940	Aipo fresco ou refrigerado, exceto aipo-rábano	Vegetal	5	2.33%
081010	Morangos frescos	Vegetal	5	2.33%
081090	Outras frutas frescas	Vegetal	5	2.33%
081310	Damascos secos	Vegetal	5	2.33%
091050	Caril	Vegetal	5	2.33%
120740	Sementes de gergelim, mesmo trituradas	Vegetal	5	2.33%
140490	Outros produtos de origem vegetal não especificados nem compreendidos em outras posições	Vegetal	5	2.33%
080250	Pistácios frescos ou secos, mesmo sem casca ou pelados	Vegetal	4	1.86%
080510	Laranjas frescas ou secas	Vegetal	4	1.86%
080540	Pomelos (grapefruit), frescos ou secos	Vegetal	4	1.86%
080610	Uvas frescas	Vegetal	4	1.86%
081110	Morangos congelados, não cozidos ou cozidos em água ou vapor, mesmo adicionados de açúcar ou de outros edulcorantes	Vegetal	4	1.86%
190110	Preparações para alimentação de crianças acondicionadas para venda a retalho	Processado	4	1.86%
200850	Damascos preparados ou conservados	Processado	4	1.86%
200890	Outras frutas, incluídas as misturas, com exclusão das da subposição 2008.19	Processado	4	1.86%

Continua (...)

(...) Continuação – Tabela 4: Notificações SPS com conteúdo salmonela por produtos a quatro dígitos (2000 a 2020)

230990	Outras preparações para alimentação de animais	Processado	4	1.86%
080211	Amêndoas frescas ou secas, com casca	Vegetal	3	1.40%
200810	Frutas de casca rija, amendoins e outras sementes, mesmo misturados entre si	Processado	3	1.40%
200811	Amendoins preparados ou conservados	Processado	3	1.40%
010630	Outras aves vivas, aves de rapina, psitacíformes (incluídos os papagaios, os periquitos, as araras e as cacatuas) e outras	Animal	2	0.93%
030230	Peixes chatos (Pleuronectidae, Bothidae, Cynoglossidae, Soleidae Scophthalmidae e Citharidae), exceto os fígados, ovas e sêmen	Animal	2	0.93%
030340	Atuns (do gênero Thunnus), bonitos-listrados ou bonitos-de-ventre-raiado [Euthynnus (Katsuwonus) pelamis], exceto os fígados, ovas e sêmen	Animal	2	0.93%
071020	Tomates, frescos ou refrigerados	Vegetal	2	0.93%
071339	Outros feijões (Vigna spp. ou Phaseolus spp.), secos, em grão, mesmo pelados ou partidos	Vegetal	2	0.93%
080212	Amêndoas frescas ou secas, sem casca	Vegetal	2	0.93%
081120	Framboesas, amoras, groselhas, congeladas, não cozidas ou cozidas em água ou vapor, mesmo adicionadas de açúcar ou de outros edulcorantes	Vegetal	2	0.93%
Outros 35 produtos			35 (uma medida cada)	16,28%
Total			215	100%

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados SPS&TBT disponibilizados pela OMC.

Ehuwa et al. (2021) discutem que, embora a salmonela fosse tradicionalmente associada a produtos de origem animal, desde os anos 2000, mutações em cepas bacterianas permitiram o desenvolvimento de enzimas capazes de colonizar superfícies vegetais. Em termos fitossanitários, a contaminação em vegetais está frequentemente ligada a práticas inadequadas de irrigação, especialmente quando a água está contaminada, ou pelo contato direto com animais (domésticos ou selvagens) e esterco não tratado. Práticas de higiene ineficazes, como a falta de higiene das mãos dos trabalhadores agrícolas durante e após a colheita, e o uso de banheiros móveis nas lavouras, também elevam o risco de disseminação de patógenos bacterianos.

A literatura, exemplificada por Ehuwa et al. (2021) e Devleeschauwer et al. (2017), ressalta mudança no perfil dos surtos de salmonela, que passaram de produtos como ovos e frutos do mar para frutas e vegetais. A contaminação em produtos vegetais é influenciada por múltiplos fatores, como o grau de maturidade das culturas, a biota nativa e os métodos de irrigação utilizados. Condições ambientais e práticas agrícolas são fatores críticos na suscetibilidade das plantas à salmonela. Nesse cenário, as medidas SPS são importantes para mitigar práticas fitossanitárias inadequadas e exigir que os fornecedores adotem boas práticas de produção para assegurar a segurança alimentar.

Os resultados da Tabela 4 permitem mapear produtos que requerem avaliações em suas etapas de produção, colheita e pós-colheita para prevenir a propagação da salmonela. Complementarmente, a Tabela 5 revela a análise das palavras-chave presentes nas notificações durante o período investigado. Todas as medidas apresentam a palavra “salmonela”, refletindo a preocupação comum em todas as notificações consideradas. A análise de palavras-chave nas notificações (Tabela 5) mostra que termos como “salmonela”, “bactéria”, “saúde humana”, “segurança alimentar”, “Escherichia coli”, “contaminantes”, “toxinas” e “micotoxinas” são comuns, refletindo a preocupação central dessas medidas regulatórias com a proteção da saúde pública e a segurança alimentar.

Tabela 5: Palavras-chaves utilizadas nas notificações

Palavra-chave	Número de repetições	Proporção	Palavra-chave	Número de repetições	Proporção
Salmonela	88	100.00%	Marcação	6	6.80%
Bactérias	84	95.50%	Medicamentos veterinários	6	6.80%
Saúde humana	77	87.50%	Zoonoses	6	6.80%
Segurança alimentar	75	85.20%	Doença de Newcastle	4	4.50%
Contaminantes	28	31.80%	Gripe aviária	3	3.40%
Escherichia coli	28	31.80%	Certificação, controle e inspeção	2	2.30%
Toxinas	25	28.40%	Adoção/publicação /entrada em vigor do reg.	1	1.10%
Alimentação animal	23	26.10%	Bebidas	1	1.10%
Saúde Animal	23	26.10%	Embalagem	1	1.10%
Micotoxinas	21	23.90%	fitossanidade	1	1.10%
Aflatoxinas	20	22.70%	Irradiação	1	1.10%
Metais pesados	16	18.20%	Limites máximos de resíduos (LMRs)	1	1.10%
Doenças animais	9	10.20%	Pesticidas	1	1.10%
Ocratoxina	9	10.20%	Pragas	1	1.10%
Listeria monocytogenes	8	9.10%	Proteção ao território	1	1.10%
Requisitos do Plano HACCP	7	8.00%	Rastreabilidade	1	1.10%
Aditivos alimentares	6	6.80%	Sementes	1	1.10%

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados da OMC.

Por último, a análise dos objetivos das notificações, como demonstrado na Tabela 6, destaca a prevalência do objetivo de “segurança alimentar” em grande parte das medidas. Esse termo aparece repetidamente 59 vezes nas SPS examinadas, corroborando a ideia de que os países emissores buscam, por meio dessas medidas, proteger a saúde dos consumidores e minimizar o consumo de alimentos contaminados pela salmonela.

Tabela 6: Objetivos alegados nas notificações analisadas

Objetivos	Número de repetições
Segurança Alimentar	59
Saúde Animal	18
Proteger os humanos de pragas ou doenças de animais/plantas (SPS)	15
Proteger o território de outros danos causados por pragas (SPS)	1

Fonte: Elaborado pelos autores, a partir de dados da OMC.

Para melhorar as práticas de segurança alimentar no Brasil, especificamente, é importante que as políticas públicas sejam fortalecidas por meio da implementação de inspeções e verificações mais rigorosas. O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), por exemplo, podem aprimorar esse processo. O MAPA pode intensificar as inspeções em toda a cadeia produtiva, assegurando que os padrões de segurança sejam seguidos desde a produção até a distribuição. Além disso, a ANVISA pode estabelecer diretrizes mais claras e abrangentes para a vigilância sanitária, promovendo a padronização das práticas de controle de qualidade em diferentes setores do agronegócio. Em adição aos dois institutos, é fundamental que os órgãos de assistência técnica e de pesquisa no país, difundam conhecimentos sobre boas práticas entre os produtores, principalmente os de menor renda.

### Análise econométrica

Esta seção apresenta os resultados econométricos estimados, a partir do modelo gravitacional, sendo a equação (5) a principal especificação. Nela, as variáveis PIB do importador, PIB do exportador, distância bilateral, acordo de comércio e contiguidade são removidas da regressão por apresentarem multicolinearidade com o conjunto de efeitos fixos utilizados. As estimações realizadas a partir das equações (6) e (7) tratam de um exercício de robustez. Os resultados de todas as estimações estão dispostos na Tabela 7.

A partir dos resultados da equação (5), constata-se que o modelo apresenta coeficiente de ajustamento ( $R^2$ ) de 71,81%, mostrando que, aproximadamente, 72% das variações das exportações brasileiras são explicadas por variações nas medidas SPS e pelo conjunto de efeitos fixos. Estes absorvem uma série de variáveis específicas dos países avaliados, dos anos estudados e do conjunto de produtos investigados que podem afetar o comércio.

Diversos fatores específicos ao problema de pesquisa deste artigo podem influenciar os fluxos de exportação dos países estudados, como subsídios agrícolas, condições climáticas e mudanças nas preferências dos consumidores. Esses elementos têm o potencial de afetar as exportações agrícolas (variável de resultado). No entanto, nas especificações estimadas pelas equações (5), (6) e (7), a inclusão de EFs específicos de país-ano, produto e pares de países são capazes de capturar esses fenômenos. Assim, mesmo que esses fatores não estejam explicitamente representados nas equações estimadas, a inserção dos EFs permite controlar sua influência indireta, assegurando consistência aos resultados obtidos (Yotov et al., 2016).

Dessa forma, ressalta-se que a inclusão desse conjunto de EFs, tem elevado potencial de reduzir eventuais vieses de variável relevante omitida. Caso essas características, observáveis e não observáveis, que também representam determinantes das exportações brasileiras não

consideradas, elas estariam sendo capturadas pelo termo de erro aleatório, gerando estimativas enviesadas.

Tabela 7: Efeitos das medidas SPS sobre as exportações brasileiras

Variável	Exportações agroalimentares brasileiras		
	Especificação principal	Robustez	
	Equação (5)	Equação (6)	Equação (7)
SPS <sub>ijtk</sub>	-0,969*** [0,312]	-0.803*** [0,279]	-0,706** [0,301]
PIB <sub>it</sub>		0,149 [0,204]	0,455*** [0,050]
PIB <sub>jt</sub>		0,541*** [0,139]	0,358*** [0,079]
Acordo Comercial <sub>ijt</sub>		0,175*** [0,031]	0,881*** [0,158]
Distância <sub>ij</sub>			0,298 [0,224]
Fronteira <sub>ij</sub>			0,296 [0,367]
Constante	11.114*** [0,003]	-8.478*** [2,878]	-14.814*** [2,852]
Observações	362.994	403.596	403.596
R <sup>2</sup>	0,7181	0,6916	0,6663
EF importador-ano	Sim	Não	Não
EF exportador-ano	Sim	Não	Não
EF produto	Sim	Sim	Sim
EF par de países	Não	Sim	Não

Nota: Erros-padrão robustos agrupados por par de países em parênteses. \*p<0.10, \*\*p<0.05, \*\*\*p<0.01. Os valores faltantes na variável dependente foram substituídos por zero indicando a inexistência de comércio bilateral para a combinação par de país, produto, ano.

Fonte: Resultados da pesquisa.

A variável de interesse para a equação (5), medidas SPS com conteúdo salmonela, apresenta-se estatisticamente significativa e com um sinal negativo. Esse resultado indica que requisitos regulatórios relacionados à bactéria têm efeito de reduzir os fluxos comerciais. Segundo Santeramo e Lamonaca (2019), é mais provável que medidas SPS específicas (como salmonela), tratadas na modelagem como *dummy* e que incidem sobre país em desenvolvimento, apresentem sinal negativo. Esse resultado também é discutido em Santeramo e Lamonaca (2022). De acordo com os autores, a avaliação de MNT é, de certa forma, uma análise de custo-benefício por onde são comparadas as vantagens para o comércio (em termos de melhorias de qualidade e redução das assimetrias informacionais) e os custos de manejo, produção, comercialização e recursos potencialmente relacionados a um surto de doença ou praga, encontrando diferenças caso a caso.



O estudo de Li et al. (2021) mostra, por exemplo, que de 1949 a 2020, mais de 30.000 genomas de salmonela foram disseminados pelo comércio, permitindo mutações e adaptações da bactéria para a contaminação de novos vetores. Nesse contexto, é possível que o efeito negativo das medidas SPS com conteúdo salmonela sobre as exportações brasileiras, reflita as divergências entre os regulamentos e padrões de segurança alimentar dos países, exigências por estruturas produtivas mais higiênicas e que garantam boas práticas de produção e pós-colheita. Também podem representar as capacidades limitadas ou insuficientes de produzir alimentos que garantam segurança ao consumidor ou dificuldades em obter tecnologias de redução de risco.

Ghodsí (2022) soma à discussão que os resultados dependem da conscientização do consumidor e das políticas de informação adotadas pelo governo do país importador ou grupo de países. O resultado negativo para o Brasil pode ser explicado a partir do excedente do consumidor, que pode ser reduzido após a imposição de medidas SPS proibitivas, pois a estrutura do mercado muda ao reduzir a quantidade de fornecedores que fornecem produtos de qualidade. Isso implica que após as medidas mais rigorosas, os consumidores lidam com preços mais altos em troca de um aumento na segurança alimentar. Contudo, essa realidade contrasta com mercados onde a informação e o acesso à educação sanitária são limitados, sugerindo uma disparidade na eficácia das SPS em contextos com diferentes graus de conscientização.

Martins e Monteiro (2024) discutem a rejeição de produtos brasileiros por salmonela no mercado de importação, decorrente da não aderência com os padrões de qualidade, reforça a necessidade de aprimorar os mecanismos de vigilância, inspeção e controle no Brasil para produtos específicos, como os de origem vegetal. É fundamental que sejam adotadas medidas eficazes para prevenir, controlar e eliminar a contaminação por salmonela e outros microrganismos ao longo da cadeia de produção de alimentos. Isso inclui boas práticas de higiene, adoção de instalações e equipamentos adequados, monitoramento e testes regulares, além de medidas de controle durante a manipulação, o armazenamento e o transporte dos alimentos.

O resultado encontrado para o coeficiente estimado da equação (5) corrobora os achados em estudos que estimaram os efeitos de medidas sanitárias e fitossanitárias específicas, como Martins et al. (2018) e Mendonça e Carvalho (2018). Isso é observado para trabalhos que investigaram medidas SPS relacionadas a outros agentes patogênicos, como é o caso de Garcia-Alvarez-Coque et al. (2020), que realizam análises para as medidas com relação às aflatoxinas, impostas pelos países membros da UE.

De forma geral, este estudo revela que, na média, há efeito negativo da variável de interesse sobre as exportações brasileiras agrícolas. Contudo, ressalta-se que ao identificar a incidência de medidas SPS de conteúdo salmonela por meio de um regressor binário, assume-se a homogeneidade entre os mercados importadores. Isso implica que trata as imposições de SPS de maneira uniforme entre os mercados parceiros do Brasil. As regulamentações da Argentina, por exemplo, podem ser menos rigorosas em determinados aspectos do que as dos EUA, o que pode levar a diferentes impactos nas exportações brasileiras. Ressalta-se que este estudo busca contornar tal limitação, ao considerar as exportações brasileiras (variável dependente) por país parceiro, por ano e por produto, permitindo controle, em alguma medida, da heterogeneidade dos mercados parceiros.

Alguns aspectos podem contribuir para o entendimento dos resultados reportados na Tabela 7. Os custos de conformidade, por exemplo, podem ilustrar os efeitos negativos das imposições de medidas SPS com conteúdo salmonela sobre as exportações agrícolas brasileiras.

Produtores de carne bovina enfrentam exigências rigorosas para comprovar a ausência de salmonela, o que demanda investimentos significativos em infraestrutura, monitoramento de processos e treinamento de pessoal. Esses custos não apenas aumentam o preço final do produto, mas também podem levar a atrasos nas entregas e à necessidade de reformulações nos métodos de produção para atender às especificações dos mercados importadores.

Além disso, o não cumprimento das normas por parte dos exportadores brasileiros pode resultar em rejeições de carga, perda de contratos e danos à reputação do país. Assim, as evidências encontradas enfatizam que as medidas SPS com conteúdo salmonela pode estar negativamente associadas às exportações agrícolas do Brasil pelos altos custos de conformidade e por implicações mais amplas para a competitividade do comércio externo do agronegócio brasileiro.

Direcionando a discussão aos resultados às estimações (6) e (7), avalia-se a robustez da especificação principal. A amostra é exposta a diferentes formas de estimação a fim de observar a sensibilidade da variável de interesse. A segunda coluna da Tabela 7 exhibe os resultados estimados da equação (6), em que se incluiu o PIB do país importador, PIB do país exportador, a variável acordo comercial e efeitos fixos de pares de países e de produto. A inclusão desse grupo de efeitos fixos suprime a possibilidade de se considerar outras variáveis invariantes no tempo como distância bilateral e fronteira comum.

Dessa forma, nota-se, por meio dos resultados da equação (6), na Tabela 7, que a variável de interesse se mantém estatisticamente significativa e com sinal negativo. Com essa forma alternativa de estimação, no entanto, a magnitude sobre as exportações brasileiras é menor, 0,803, contra 0,970 da estimação anterior. A variável PIB do exportador, que indica *proxy* para capacidade de produção (capacidade de oferta) foi estatisticamente significativa e positiva. Porém, o PIB do importador não apresentou significância estatística, ou seja, a renda do país importador não afeta as importações de produtos brasileiros. Corrêa e Gomes (2018), utilizando o modelo gravitacional e usando o estimador PPML, também constataram que o PIB do importador não foi estatisticamente relevante para explicar os fluxos de comércio no contexto de avaliação de política comercial. Por se tratar de produtos agroalimentares e bastante inelásticos, é razoável encontrar esse resultado, corroborando os achados desse estudo.

Ainda, verificou-se a sensibilidade dos resultados da equação (5) a partir da estimação da equação (7), que examina o efeito das medidas SPS sobre as exportações brasileiras controlando pelo PIB do país importador, PIB do país exportador, presença de acordos comerciais entre os países envolvidos em cada ano da amostra, a distância bilateral entre os parceiros comerciais e, também, fronteira comum. Na equação (7), considerou-se apenas EF de produto.

Os resultados reportados na terceira coluna da Tabela 7 mostram que a variável medida SPS apresenta-se estatisticamente significativa e com o sinal negativo, confirmando os resultados também encontrados nas estimações das equações (5) e (6). As variáveis distância e contiguidade apresentam-se estatisticamente iguais a zero, enquanto os demais controles exibem efeitos positivos sobre as exportações brasileiras, como esperado.

Portanto, ao se avaliar os resultados expostos em todas as colunas da Tabela 7, equações (5), (6) e (7), respectivamente, verifica-se que as medidas SPS afetam negativamente as exportações brasileiras. Nota-se também que os resultados obtidos mostram-se robustos a diferentes especificações que consideram regressores alternativas e o uso de conjuntos distintos de EFs.

No entanto, deve-se destacar que os resultados apresentados na Tabela 7, estimados a partir da equação (5), configuram a principal especificação neste estudo.

Além disso, verifica-se que os resultados das estimações alcançadas por meio das equações (6) e (7), exibidos na segunda e terceira colunas da Tabela 7, respectivamente, demonstraram coeficientes de menor magnitude para a variável de interesse. Isso sugere que a não inclusão de maior grupo de EFs, mesmo controlando com outras covariadas como distância bilateral, acordos comerciais e fronteira, por exemplo, geraria efeito subestimado das medidas SPS sobre as exportações agroalimentares brasileiras no período avaliado. Ou seja, os resultados evidenciam que, de fato, existe efeito negativo da incidência de medidas fitossanitárias relacionadas à salmonela sobre as exportações agrícolas do Brasil. Contudo, esses resultados podem estar subestimando a verdadeira influência das medidas SPS sobre a variável de resultado.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo analisar os efeitos das MNTs relacionadas à bactéria causadora de salmonelose sobre as exportações brasileiras, entre 2000 e 2020. Primeiramente, foi realizada uma análise descritiva dos dados, avaliando os principais países que emitem notificações para os produtos brasileiros, as justificativas utilizadas para a adoção das MNTs, e a investigação por ano e por produto, de acordo com seu código SH em diferentes níveis de desagregação.

Durante essa análise, observou-se uma prevalência de medidas SPS relacionadas à salmonela em produtos de origem vegetal, o que não era esperado, considerando a maior associação do patógeno ao consumo de carnes e alimentos de origem animal. Essa situação pode ser explicada pela higiene nos processos produtivos e pelo fato de que os fluxos comerciais podem intensificar a propagação de diferentes sorotipos de salmonela. Assim, isso possibilita sua proliferação e o surgimento de mutações que afetam até mesmo espécies antes pouco afetadas, como os produtos vegetais.

Além disso, constatou-se que os países mais desenvolvidos tendem a emitir um maior número de notificações, o que está alinhado com a literatura, a qual sugere que esses países possuem uma maior conscientização em relação aos bens que consomem, tornando-se os principais responsáveis pela criação de regulamentos comerciais. Também não foi identificada sazonalidade nas notificações referentes à salmonela durante o período estudado; possivelmente, essas notificações são emitidas em resposta a eventos esporádicos, como o aumento de casos de salmonela.

Subsequentemente, ao aplicar um modelo econométrico gravitacional com efeitos fixos, observou-se a influência dessas medidas nas exportações do Brasil, evidenciando um efeito de redução nos fluxos comerciais. Ou seja, a incidência de medidas SPS relacionadas à salmonela para os produtos agroalimentares nacionais contribui para a formação de barreiras às exportações do Brasil. Esse resultado mostrou-se robusto após a estimação de diferentes equações alternativas.

Este estudo demonstrou que a imposição de MNT com referência à salmonela pode ser entendida como barreiras comerciais para o Brasil. Entretanto, nota-se espaço por meio de pesquisas futuras para se verificar a ocorrência de resultados similares para outros países exportadores. Novos estudos poderiam expandir também a análise das SPS para além das notificações relacionadas à salmonela, explorando outras restrições relevante. Estudos focados em setores específicos do agronegócio, como por exemplo, grãos, frutas e carnes, também

contribuiriam para uma compreensão mais detalhada de como cada segmento é afetado por diferentes regulamentações sanitárias. De forma geral, esses desdobramentos oferecem potenciais direções para aprofundar o conhecimento sobre o impacto das barreiras SPS no comércio agrícola brasileiro e de outras economias.

Desta forma, cabe ao Brasil, por meio dos órgãos competentes, promover pesquisas e ações que desenvolvam meios de controle e fiscalização do processo produtivo com relação às medidas higiênicas empregadas em bens agroalimentares. É recomendado que alguns órgãos públicos, tais como o MAPA e ANVISA, fortaleçam os controles sanitários e promovam programas de capacitação para produtores. Investimentos em tecnologias de monitoramento e melhorias nas práticas de higiene ao longo da cadeia produtiva são essenciais para atender aos padrões internacionais de segurança alimentar. Conseqüentemente, isso traz potencial de promoção da qualidade dos produtos exportados pelo Brasil, fazendo com que estes não fiquem tão suscetíveis a serem barrados por medidas SPS impostas, especialmente, aquelas envolvendo salmonela.

Para reduzir a incidência de medidas SPS relacionadas à salmonela, que criam barreiras às exportações agroalimentares do Brasil, é crucial implementar políticas públicas que harmonizem as normas nacionais com padrões internacionais. Isso inclui programas de capacitação para produtores e exportadores sobre práticas de manejo e controle de qualidade que atendam às exigências de segurança alimentar dos mercados-alvo. Além disso, fortalecer a vigilância sanitária e modernizar as infraestruturas de inspeção são essenciais para garantir a conformidade com as normas SPS. Por fim, fomentar o diálogo entre o governo brasileiro e as autoridades sanitárias dos países importadores também pode facilitar a resolução de disputas e promover um comércio mais competitivo para as exportações agroalimentares.

## REFERÊNCIAS

- AKBAR, A.; ANAL, A. K. Isolation of Salmonella from ready-to-eat poultry meat and evaluation of its survival at low temperature, microwaving and simulated gastric fluids. **Journal of Food Science and Technology**, v. 52, n. 5, p. 3051-3057, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1354-2>
- AMARAL, S. M. B.; DE ALMEIDA, A. P. F.; DA SILVA, F. S.; SILVA, Y. Y. V.; DAMACENO, M. N. Panorama dos surtos de doenças transmitidas por alimentos no Brasil no período de 2009 a 2019. **Revista Científica Multidisciplinar**, v. 2, n. 11, p. e211935-e211935, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.47820/recima21.v2i11.935>
- ANDERSON, J. E.; LARCH, M.; YOTOV, Y. V. Transitional Growth and Trade with Frictions: A Structural Estimation Framework. **The Economic Journal**, v. 130, p. 1583-1607, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/ej/ueaa020>
- ANDERSON, J. E.; VAN WINCOOP, E. Gravity with gravitas: A solution to the border puzzle. **American Economic Review**, v. 93, n. 1, p. 170-192, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1257/000282803321455214>
- BAIER, S. L.; BERGSTRAND, J. H. Do free trade agreements actually increase members' international trade? **Journal of International Economics**, v. 71, n. 1, p. 72-95, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2006.02.005>
- BEGHIN, J. C.; BUREAU, J.-C. Quantitative policy analysis of sanitary, phytosanitary and technical barriers to trade. **Économie Internationale**, n. 87, n. 3, p. 107-130, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.3917/ecoi.087.0107>

- BEGHIN, J.; DISDIER, A. C.; MARRETTE, S.; VAN TONGEREN, F. Welfare costs and benefits of non-tariff measures in trade: a conceptual framework and application. **World Trade Review**, v. 11, n. 3, p. 356-375, 2012.
- BOBKOVÁ, B. **On estimation of gravity equation: A cluster analysis**. 37/2014. IES Working Paper, 2014.
- BRASIL. **Boletim Epidemiológico** nº 34, vol. 51, ago. 2020. Ministério da Saúde. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/d/difteria/publicacoes/boletim-epidemiologico-no-34-vol-51-ago-2020.pdf/view>
- BRASIL. **Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar (DTHA)**. Ministério da Saúde, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/d/dtha>
- BURNQUIST, H. L. *et al.* Covid-19 e agroalimentos: recalibrando expectativas. **Revista de Política Agrícola**, p. 88-101, 2020.
- CAPOANI, L.; BARLESE, A. Markets, Wars and Instability: A Theory of Conflict in Economics through the Study of the Gravitational Field Model in International Trade. **SSRN Electronic Journal**, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.2139/ssrn.3850912>
- CARNEIRO, F. L. *et al.* **As medidas não tarifárias constituem barreiras ao comércio?** Uma abordagem global e multissetorial. 2775; Texto Para Discussão, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.38116/td2775>
- CORREA, C. R.; GOMES, M. F. M. Medidas Tarifárias e Técnicas ao Comércio Internacional: Um Olhar Sobre os Países Avançados e Emergentes. **AUSTRAL: Brazilian Journal of Strategy & International Relations**, v. 7, n. 13, p. 308-337, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.22456/2238-6912.82817>
- DEVLEESSCHAUWER, B. *et al.* High relative humidity pre-harvest reduces post-harvest proliferation of Salmonella in tomatoes. **Food Microbiology**, v. 66, p. 55-63, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fm.2017.04.003>
- DISDIER, A.-C.; GAIGNÉ, C.; HERGHELEGIU, C. **Do Standards Improve the Quality of Traded Products?** Working Papers SMART 21-11; SMART - LERECO, 2021.
- EHUWA, O.; JAISWAL, A. K.; JAISWAL, S. Salmonella, Food Safety and Food Handling Practices. **Foods**, v. 10, n. 5, p. 907, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/foods10050907>
- ELAMIN, N. E.; DE CORDOBA, S. F. **The Trade Impact of Voluntary Sustainability Standards: A review of empirical evidence**. 2020. Disponível em: <https://www.sustainabilitymap.org/standards?q=eyJzZWxIY3RIZENsaWVudCI6Ik5PIEFGRklMSUFUSU90In0%3D>
- ePING. SPS; TBT Plataforma. **Track and Manage Information on Products Requirements**. 2023. Disponível em: <https://www.epingalert.org/en>
- FASSARELLA, L. M.; BURNQUIST, H. L.; DE SOUZA, M. J. P. Impact of Sanitary and Technical Measures on Brazilian Exports of Poultry. **Management**, p. 1-19, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.22004/ag.econ.103453>
- FEENSTRA, R. C. **Advanced International Trade: Theory and Evidence**. 2. ed., v. 1. Princeton: Princeton University Press, 2015.

- FIANKOR, D. D.; HAASE, O.; BRÜMMER, B. The Heterogeneous Effects of Standards on Agricultural Trade Flows. **Journal of Agricultural Economics**, v. 72, n. 1, p. 25-46, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/1477-9552.12405>
- FUNG, F.; WANG, H.-S.; MENON, S. Food safety in the 21st century. **Biomedical Journal**, v. 41, n. 2, p. 88-95, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bj.2018.03.003>
- GARCIA-ALVAREZ-COQUE, J.; TAGHOUTI, I.; MARTINEZ-GOMEZ, V. Changes in Aflatoxin Standards: Implications for EU Border Controls of Nut Imports. **Applied Economic Perspectives and Policy**, v. 42, n. 3, p. 524-541, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/aep/ppy036>
- GHODSI, M. Salmonella Program in the European Union and the Trade Dispute with Brazil at the World Trade Organisation: a Partial Equilibrium Framework. **Rivista Internazionale di Scienze Sociali**, v. 131, n. 1, p. 167-212, 2023. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/363213601>
- GRANT, J. H.; PETERSON, E.; RAMNICEANU, R. Assessing the Impact of SPS Regulations on U.S. Fresh Fruit and Vegetable Exports. **Journal of Agricultural and Resource Economics**, v. 40, n. 1, p. 144-163, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1467-8276.2008.01239.x>
- HEAD, K.; MAYER, T. Gravity Equations: Workhorse, Toolkit, and Cookbook. In: **Handbook of International Economics**, v. 4, p. 131-195. Elsevier B.V., 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-54314-1.00003-3>
- HEJAZI, M.; GRANT, J. H.; PETERSON, E. B. **Hidden Trade Costs? Maximum Residue Limits and U.S. Exports of Fresh Fruits and Vegetables**. 2018.
- HERINGER, L. M.; DA SILVA, O. M. As notificações de emergência no comércio internacional: origens e efeitos. **Perspectiva Econômica**, v. 10, n. 1, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.4013/pe.2014.101.02>
- LI, S.; HE, Y.; MANN, D. A.; DENG, X. Global spread of Salmonella Enteritidis via centralized sourcing and international trade of poultry breeding stocks. **Nature Communications**, v. 12, p. 5109, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41467-021-25319-7>
- LOOI KEE, H.; NICITA, A.; OLARREAGA, M. Estimating Trade Restrictiveness Indices. **The Economic Journal**, v. 119, n. 534, p. 172-199, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1468-0297.2008.02209.x>
- MARTINS, M. M. V. **Rejeições Fronteiriças de Produtos Agroalimentares do Brasil pela União Europeia**. Nota Técnica, 60, 2022.
- MARTINS, M. M. V.; BURNQUIST, H. L. Análise da heterogeneidade regulatória no comércio agrícola. **Revista de Política Agrícola**, v. 29, n. 3, p. 115, 2020. Disponível em: <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/1563>
- MARTINS, M. M. V.; DA SILVA, O. M.; SANTOS, M. O. Preocupações comerciais específicas nos países da América Latina: avaliação das medidas sanitárias e fitossanitárias sobre as exportações agrícolas. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 49, n. 3, p. 11-22, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.61673/ren.2018.660>
- MARTINS, M. M. V.; MONTEIRO, V. M. Rejeições europeias e reputação do agronegócio brasileiro. **Revista de Política Agrícola**, v. 32, n. 4, p. 7, 2024.



- MASKUS, K. E.; OTSUKI, T.; WILSON, J. S. Do foreign product standards matter? Impacts on costs for developing country exporters. **Asia-Pacific Journal of Accounting & Economics**, v. 20, n. 1, p. 37-57, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/16081625.2013.744685>
- MELO, J. de; NICITA, A. Non-Tariff Measures: Economic Assessment and Policy Options for Development. In: MELO, J. de; NICITA, A. (Eds.). **Non-Tariff Measures: Economic Assessment and Policy Options for Development**. Vol. 1, p. 1-13, 2018.
- MENDONÇA, T. G.; CARVALHO, D. E. de. Efeitos das tarifas, medidas SPS e TBT e o relacionamento com os BRICS sobre as exportações brasileiras. **Revista de Economia e Agronegócio**, v. 16, n. 1, p. 67-91, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.25070/rea.v16i1.497>
- NIJKAMP, P.; RATATZCAK, W. Gravitational Analysis in Regional Science and Spatial Economics: A Vector Gradient Approach to Trade. **International Regional Science Review**, v. 44, n. 3-4, p. 400-431, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0160017620980519>
- NIU, Z. *et al.* Are nontariff measures and tariffs substitutes? Some panel data evidence. **Review of International Economics**, v. 28, n. 2, p. 408-428, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/ROIE.12457>
- O'BRYAN, C. A.; RICKE, S. C.; MARCY, J. A. Public health impact of Salmonella spp. on raw poultry: Current concepts and future prospects in the United States. **Food Control**, v. 132, p. 108539, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108539>
- ROLAND, I. *et al.* O. Óbitos por Salmonella no período compreendido entre 2013 e 2017 de acordo com dados disponíveis no Datasus. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 5, p. 48323-48332, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n5-302>
- SANTERAMO, F. G.; LAMONACA, E. The Effects of Non-tariff Measures on Agri-food Trade: A Review and Meta-analysis of Empirical Evidence. **Journal of Agricultural Economics**, v. 70, n. 3, p. 595-617, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/1477-9552.12316>
- SANTERAMO, F. G.; LAMONACA, E. On the trade effects of bilateral SPS measures in developed and developing countries. **The World Economy**, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/TWEC.13256>
- SANTOS SILVA, J. M. C.; TENREYRO, S. The log of gravity. **Review of Economics and Statistics**, v. 88, n. 4, p. 641-658, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1162/rest.88.4.641>
- SILVA, M. B. R. Salmonella spp. em pontos críticos da cadeia de produção de hortaliças orgânicas no Estado de São Paulo: contribuição para avaliação de risco. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2019. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/9/9131/tde-03122019-122916/>
- TEIXEIRA, V. S. **Acordo de Medidas Sanitárias e Fitossanitárias da OMC**: desenvolvimento socioeconômico como fator para a imposição de medidas. 2021. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/D.101.2021.tde-31032022-160729>
- TINBERGEN, J. **Shaping the World Economy**: Suggestions for an International Economic Policy. T. C. Fund, Ed., 1962.
- UNCTAD. International Classification of Non-tariff Measures - 2019 version. United Nations Conference on Trade and Development. Geneva. 2019.



VAN TONGEREN, F.; BEGHIN, J.; MARRETTE, S. **A Cost-Benefit Framework for the Assessment of Non-Tariff Measures in Agro-Food Trade**. OECD Food, Agriculture and Fisheries Working Papers, n. 21. OECD Publishing, 2009.

WALLS, H. *et al.* Food security, food safety & healthy nutrition: are they compatible? **Global Food Security**, v. 21, p. 69-71, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.05.005>

YOTOV, Y. V. *et al.* **An Advanced Guide to Trade Policy Analysis: The Structural Gravity Model**. World Trade Organization, 2016.