

TEXTO PARA DISCUSSÃO

2962

**DA FAZENDA AO MUNDO: COMO
A RASTREABILIDADE AFETA O
COMÉRCIO INTERNACIONAL DO
AGRONEGÓCIO?**

**SCARLETT QUEEN ALMEIDA BISPO
FERNANDA APARECIDA SILVA
MICHELLE MÁRCIA VIANA MARTINS
MARCELO JOSÉ NONNENBERG
RUAN DA SILVA VIANNA**

ipea

Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada

DA FAZENDA AO MUNDO: COMO A RASTREABILIDADE AFETA O COMÉRCIO INTERNACIONAL DO AGRONEGÓCIO?¹

SCARLETT QUEEN ALMEIDA BISPO²

FERNANDA APARECIDA SILVA³

MICHELLE MÁRCIA VIANA MARTINS⁴

MARCELO JOSÉ NONNENBERG⁵

RUAN DA SILVA VIANNA⁶

1. Os autores agradecem as contribuições aos pesquisadores dra. Alicia Cechin, dr. Flávio Lyrio Carneiro, dra. Krisley Mendes e Alessandro Nicita (United Nations Conference on Trade and Development – UNCTAD).

2. Pesquisadora bolsista na Diretoria de Estudos e Relações Econômicas e Políticas Internacionais do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Dinte/Ipea). *E-mail*: scarlett.bispo@ipea.gov.br.

3. Pesquisadora bolsista na Dinte/Ipea; e professora do Departamento de Economia Rural da Universidade Federal de Viçosa (DER/UFV). *E-mail*: fernanda.aparecida@ipea.gov.br.

4. Pesquisadora bolsista na Dinte/Ipea; e professora do Departamento de Economia (DEE) da UFV. *E-mail*: michelle.martins@ipea.gov.br.

5. Técnico de planejamento e pesquisa na Dinte/Ipea. *E-mail*: marcelo.nonnenberg@ipea.gov.br.

6. Pesquisador bolsista na Dinte/Ipea. *E-mail*: ruan.vianna@ipea.gov.br.

Governo Federal

Ministério do Planejamento e Orçamento

Ministra Simone Nassar Tebet

ipea Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada

Fundação pública vinculada ao Ministério do Planejamento e Orçamento, o Ipea fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais – possibilitando a formulação de inúmeras políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiros – e disponibiliza, para a sociedade, pesquisas e estudos realizados por seus técnicos.

Presidenta

LUCIANA MENDES SANTOS SERVO

Diretor de Desenvolvimento Institucional

FERNANDO GAIGER SILVEIRA

**Diretora de Estudos e Políticas do Estado,
das Instituições e da Democracia**

LUSENI MARIA CORDEIRO DE AQUINO

Diretor de Estudos e Políticas Macroeconômicas

CLÁUDIO ROBERTO AMITRANO

**Diretor de Estudos e Políticas Regionais,
Urbanas e Ambientais**

ARISTIDES MONTEIRO NETO

**Diretora de Estudos e Políticas Setoriais,
de Inovação, Regulação e Infraestrutura**

FERNANDA DE NEGRI

Diretor de Estudos e Políticas Sociais

CARLOS HENRIQUE LEITE CORSEUIL

Diretor de Estudos Internacionais

FÁBIO VÉRAS SOARES

Chefe de Gabinete

ALEXANDRE DOS SANTOS CUNHA

Coordenador-Geral de Imprensa e Comunicação Social

ANTONIO LASSANCE

Ouvidoria: <http://www.ipea.gov.br/ouvidoria>

URL: <http://www.ipea.gov.br>

Texto para Discussão

Publicação seriada que divulga resultados de estudos e pesquisas em desenvolvimento pelo Ipea com o objetivo de fomentar o debate e oferecer subsídios à formulação e avaliação de políticas públicas.

© Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – **ipea** 2024

Da fazenda ao mundo : como a rastreabilidade afeta o comércio internacional do agronegócio? / Scarlett Queen Almeida Bispo ... [et al.]. – Brasília, DF: Ipea, 2024.

57 p.: il., gráfs., mapas. – (Texto para Discussão ; n. 2962).

Inclui Bibliografia.

ISSN 1415-4765

1. Rastreabilidade. 2. MNT. 3. Comércio Internacional. 4. Segurança Alimentar. I. Bispo, Scarlett Queen Almeida. II. Silva, Fernanda Aparecida. III. Martins, Michelle Márcia Viana. IV. Nonnenberg, Marcelo José. V. Vianna, Ruan da Silva. VI. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

CDD 382.4

Ficha catalográfica elaborada por Elizabeth Ferreira da Silva CRB-7/6844.

Como citar:

BISPO, Scarlett Queen Almeida; SILVA, Fernanda Aparecida; MARTINS, Michelle Márcia Viana; NONNENBERG, Marcelo José; VIANNA, Ruan da Silva. **Da fazenda ao mundo** : como a rastreabilidade afeta o comércio internacional do agronegócio? Brasília, DF : Ipea, fev. 2024. 57 p. : il. (Texto para Discussão, n. 2962). DOI: <http://dx.doi.org/10.38116/td2962-port>

JEL: F1, F13, Q17.

DOI: <http://dx.doi.org/10.38116/td2962-port>

As publicações do Ipea estão disponíveis para download gratuito nos formatos PDF (todas) e ePUB (livros e periódicos).

Acesse: <http://www.ipea.gov.br/portal/publicacoes>

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou do Ministério do Planejamento e Orçamento.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

SUMÁRIO

SINOPSE

ABSTRACT

1 INTRODUÇÃO	6
2 RASTREABILIDADE E IMPLICAÇÕES COMERCIAIS	9
3 METODOLOGIA	16
3.1 Modelo empírico e método de estimação	16
3.2 Tratamento dos dados	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	23
4.1. Análise descritiva.....	23
4.2. Resultados econométricos	35
5 CONCLUSÕES.....	41
REFERÊNCIAS	42
BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR	47
APÊNDICE A	48

SINOPSE

Os requisitos de rastreabilidade têm como objetivo proteger a saúde dos consumidores, prevenir a disseminação de produtos adulterados ou perigosos e facilitar a identificação dos bens em investigações de *recall*. O propósito desta pesquisa é identificar o efeito comercial das medidas não tarifárias (MNTs) de rastreabilidade compartilhadas entre 53 países exportadores e 58 importadores, para 2.081 produtos agropecuários e três setores específicos: frutas, carnes e pescados. Para isso, é utilizado o modelo gravitacional estrutural, a partir do estimador de *Poisson pseudo maximum likelihood* (PPML) com efeitos fixos de alta dimensão. Os resultados encontrados mostram que uma mesma MNT pode ter efeitos comerciais distintos para os bens agropecuários. As medidas $A85_{m_{ikt}}$ (multilateral) e $B859_{m_{ikt}}$ (requisitos multilaterais sobre divulgação de informações) têm efeitos comerciais positivos; enquanto as medidas $A85_{b_{ijkt}}$ e $B852_{m_{ikt}}$ (requisitos bilaterais sobre divulgação de informações e histórico de processamento), efeitos negativos. Outras medidas têm efeitos dúbios a depender do setor e do nível de renda dos países envolvidos, como ocorre com a maior parte das medidas. A análise conclui que não há um padrão nos efeitos para setores, para níveis de renda dos países envolvidos e entre as medidas bilaterais e multilaterais. Isso reforça a ideia de que a investigação sobre MNTs deve ser personalizada e seus efeitos não podem ser generalizados. Por isso, a recomendação de políticas comerciais também deve ser individualizada no nível dos produtos e dos requisitos de rastreabilidade, pois só assim é possível identificar entraves comerciais e estabelecer políticas direcionadas.

Palavras-chave: rastreabilidade; MNT; comércio internacional; segurança alimentar.

ABSTRACT

Traceability requirements aim to protect consumer health, prevent the spread of adulterated or dangerous products, and facilitate the identification of goods during recalls. This paper aims to provide the impact of traceability related non-tariff measures (NTMs) on trade between 53 exporting and 58 importing countries for 2,081 agribusiness goods and three specific sectors: Fruits, Meats and Fisheries. Using a structural gravity approach estimated by the Poisson pseudo maximum likelihood estimator high-dimensional fixed effects. The general findings show that the same NTM can have different effects on agricultural trade. Measures $A85_{m_{ikt}}$ and $B859_{m_{ikt}}$ (multilateral information disclosure requirements) reported positive trade effects, while measures $A85_{b_{ijkt}}$ and $B852_{m_{ikt}}$ (bilateral information disclosure requirements and processing history) proceeded negative effects. There is no consistent pattern of effects across type of NTMs, sectors, income levels of the countries involved, and between bilateral and multilateral measures. Our findings have important policy implications: research on NTMs must be individualized and that their effects are not to be generalized. Therefore, recommendations for trade policy measures should also be adapted to the product level and traceability requirements, to identify trade barriers and propose target policies.

Keywords: traceability; MNT; international trade; food security.

1 INTRODUÇÃO

A globalização e a ampliação dos fluxos comerciais têm facilitado a circulação de alimentos entre nações, mas as trocas devem ser gerenciadas de forma responsável para garantir benefícios a todos, sem causar danos ao meio ambiente ou à saúde pública (D'Amico *et al.*, 2014). Paralelamente, observa-se um crescente interesse por parte das empresas e dos consumidores em relação à transparência nos processos produtivos, buscando preservar a segurança e a qualidade dos bens alimentares que são consumidos (Zhao *et al.*, 2019). Nesse contexto, a rastreabilidade surge como uma ferramenta essencial para promover a transparência entre os diferentes agentes envolvidos e contribuir para uma rápida identificação da origem de problemas, possibilitando a adoção de medidas ágeis e eficientes para salvaguardar o território, a saúde dos consumidores, dos animais e das plantas (Tharatipyakul e Pongnumkul, 2021).

O conceito de rastreabilidade é amplamente estabelecido na engenharia de qualidade, com estudos iniciais a partir de Pugh (1974) e Anon (1987). No contexto do comércio internacional, entretanto, seu uso é relativamente recente. Em situações de surtos de doenças animais ou pragas vegetais, a capacidade de rastrear rapidamente a origem desses problemas possibilita a implementação de medidas de controle e contenção mais eficazes, prevenindo a disseminação e minimizando os impactos negativos para o setor agrícola e o meio ambiente (Schroeder e Tonsor, 2012) – foi o que ocorreu no caso dos surtos da “vaca louca” (encefalopatia espongiforme bovina), conforme relatado por Vinholis e Azevedo (2002).

Alcançar rastreabilidade nos processos agroalimentares é um desafio e inclui a gestão de diversas etapas do processo produtivo, desde a origem dos insumos utilizados na produção, como sementes e fertilizantes, até a distribuição final dos alimentos aos consumidores. Os produtos agroalimentares, especialmente, têm um prazo de validade limitado, o que compromete a segurança e a qualidade dos alimentos, que dependem de fatores temporais e ambientais, como o clima e o transporte (Tharatipyakul e Pongnumkul, 2021). Em cadeias de abastecimento convencionais de alimentos, é comum encontrar uma entidade centralizada encarregada de gerenciar as informações, o que pode criar problemas relacionados à transparência e confiança (Peng *et al.*, 2015). Uma empresa poderia, por exemplo, divulgar apenas informações vantajosas para seus interesses, tornando difícil para os consumidores verificar todas as características dos alimentos anunciadas por essas empresas.

Sob essas circunstâncias, os sistemas de rastreabilidade surgem como solução para lidar com os desafios das cadeias de abastecimento de alimentos. A Organização Internacional de Padronização (ISO) estabelece, na norma ISO 22005:2007, que a

rastreabilidade é a capacidade de rastrear o percurso do alimento ou ração por meio de estágios específicos de produção, processamento e distribuição. Embora a definição exata de rastreabilidade possa variar conforme o tipo de alimento, o entendimento do trajeto e das etapas do processo produtivo pode facilitar a identificação e a retirada de produtos impróprios para consumo (Qian *et al.*, 2020). Essa abordagem contribui para aprimorar a segurança dos consumidores (Tharatipyakul e Pongnumkul, 2021) e, portanto, fornece informações sobre a qualidade e a conformidade dos produtos. Isso aumenta a confiabilidade dos produtos comercializados internacionalmente e corrobora a construção de relacionamentos comerciais sólidos.

Recentemente, observou-se uma mudança no enfoque das exigências de rastreabilidade, incorporando também requisitos ambientais. Em 2023, o Parlamento Europeu aprovou uma legislação que proíbe a importação de diversos produtos do agronegócio provenientes de áreas que tenham sido desmatadas a partir de 31 de dezembro de 2020. A legislação abrange toda a cadeia de produção, desde a origem até o consumo, e tem como objetivo garantir que os produtos importados estejam em conformidade com padrões ambientais mais rigorosos (Parliament..., 2023). Essa medida representa uma ação concreta no combate ao desmatamento e na promoção de práticas sustentáveis na produção agrícola, e vai exigir rigorosas medidas de rastreabilidade para identificar os locais de origem das *commodities*.

Uma maneira pela qual as autoridades públicas regulamentam os requisitos que os países devem cumprir para manterem o acesso aos mercados é por meio das medidas não tarifárias – MNTs (Carneiro *et al.*, 2022). A Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento – UNCTAD (2019) disponibiliza informações sobre as regulamentações obrigatórias de rastreabilidade de cada país, classificando-as como MNTs técnicas. Embora essas medidas tenham objetivo legítimo de reduzir desigualdades de informação relacionadas aos fluxos comerciais, podem apresentar efeitos comerciais semelhantes aos de barreiras protecionistas, embora possa não ser essa a intenção.

No âmbito do comércio internacional, o agronegócio concentra boa parte das MNTs técnicas. Isso se deve à natureza orgânica e ao propósito alimentar dos produtos, o que leva os governos a terem um interesse particular em garantir que a importação desses produtos não represente riscos para a saúde humana, animal, vegetal e para o meio ambiente. Nesse sentido, os requisitos de rastreabilidade, estabelecidos por meio de regulamentações comerciais, estão inseridos nas categorias de MNTs relacionadas às medidas sanitárias e fitossanitárias (SPS) e técnicas (TBTs). Contudo, o efeito das regulamentações de rastreabilidade e de outras MNTs técnicas sobre o comércio não produz resultados uniformes. Os efeitos podem variar entre negativos, positivos ou insignificantes, dependendo da capacidade do exportador de se adaptar às exigências e manter a competitividade nos mercados internacionais (Fiankor, Haase e Brummer, 2021).

Ao contrário de estudos empíricos anteriores que se concentraram principalmente na estimativa dos efeitos das SPS e das TBTs de forma geral (Disdier e Marette, 2010; Peci e Sanjuán, 2020; Shang e Tonsor, 2019), este trabalho apresenta uma abordagem diferente na literatura de comércio internacional, realizando uma avaliação específica das MNTs relacionadas à rastreabilidade. Além disso, este estudo oferece algumas contribuições metodológicas. Primeiro, foi necessário criar uma base de dados própria, pois a disponibilizada pela UNCTAD, embora destinada a pesquisadores, não atendia às necessidades desta pesquisa devido à falta de atualização e à exclusão de atores relevantes, como a União Europeia, para o período analisado (2012-2021). Essa limitação exigiu um trabalho minucioso de tratamento dos dados para sua utilização em modelos econométricos, o qual foi descrito em detalhes na seção de metodologia.

Em segundo lugar, os países foram divididos em níveis de renda, com o objetivo de identificar se os efeitos das MNTs de rastreabilidade entre parceiros comerciais de diferentes níveis de desenvolvimento são distintos. Uma terceira abordagem consiste em separar o agronegócio em setores sensíveis à rastreabilidade, como carnes, frutas e pescados, e observar as diferenças nas estimativas conforme o segmento de avaliação. Essa análise é interessante para demonstrar que as MNTs são bem diferentes em relação ao contexto de investigação, reforçando a ideia de que generalizar os efeitos entre os setores não é correto e pode prejudicar a formulação de políticas sobre a adesão de rastreabilidade entre os segmentos produtivos do agronegócio. Por último, são considerados os efeitos entre as medidas multi e bilaterais, uma estratégia pouco comum em estudos que envolvem MNTs, mas que pode trazer algumas reflexões sobre os efeitos direcionados a países específicos ou quando destinados a toda a comunidade comercial.

O objetivo central desta pesquisa é identificar o efeito das MNTs de rastreabilidade compartilhadas entre 53 países exportadores e 58 importadores, para 2.081 produtos do agronegócio. Testa-se a hipótese de que os efeitos são distintos entre os setores, mas com predominância dos efeitos positivos, pois espera-se que o aumento da demanda pelos produtos rastreáveis seja superior ao aumento dos custos associados à implementação de sistemas de rastreabilidade.

Para realizar as estimativas, é empregado o modelo gravitacional estrutural, a partir do estimador de *Poisson pseudo maximum likelihood* (PPML) com efeitos fixos de alta dimensão. Essa análise é relevante para discutir as regras do comércio. Embora o aumento das exigências regulatórias, como aquelas relacionadas à rastreabilidade, seja impulsionado para fins públicos, como proteção à saúde e melhoria da qualidade do produto, apresenta efeitos variados em setores e países de diferentes níveis de

renda. Portanto, a formulação de políticas exige que os governos encontrem soluções equilibradas e politicamente viáveis para promover a eficiência global.

O trabalho está dividido nas seguintes seções. A segunda seção apresenta uma discussão conceitual sobre rastreabilidade e revisa a literatura associada aos efeitos ambíguos das MNTs. A terceira seção apresenta a metodologia utilizada, os dados e os procedimentos para tratá-los. Na quarta seção é feita uma análise descritiva dos dados e são discutidos os resultados econométricos provenientes do modelo gravitacional. Na quinta seção as conclusões são apresentadas.

2 RASTREABILIDADE E IMPLICAÇÕES COMERCIAIS

A compreensão do conceito de rastreabilidade pode parecer intuitiva, porém torna-se desafiadora quando se busca uma definição precisa. Isso se torna ainda mais complexo ao considerar que esse conceito, originalmente utilizado na gestão de qualidade de produtos altamente tecnológicos, está sendo aplicado agora ao setor do agronegócio e alimentos. No início, na indústria, o propósito da rastreabilidade era coletar uma vasta quantidade de informações sobre o produto e o processo, visando à redução de custos. Atualmente, a rastreabilidade abrange uma abordagem mais abrangente e estratégica, não restrita apenas à coleta de dados, mas também à capacidade de rastrear o trajeto completo de um produto ao longo de toda a cadeia de suprimentos, desde sua origem até o consumidor final. Isso não se limita apenas à identificação do produto final, mas envolve o monitoramento de matérias-primas, ingredientes, processos de produção, embalagem e distribuição. No contexto dos setores do agronegócio e alimentos, a rastreabilidade é responsável por rastrear as origens dos produtos, detectar contaminações e garantir a conformidade com regulamentos rigorosos de segurança alimentar, assegurando qualidade (Oliveira *et al.*, 2019; Vinholis e Azevedo, 2002; Yu *et al.*, 2022).

A primeira definição reconhecida na literatura para bens agropecuários é a de Moe (1998), que descreve rastreabilidade como a capacidade de monitorar um lote de produtos e sua trajetória ao longo de toda a cadeia de produção, desde o momento da colheita até o transporte, armazenamento, processamento, distribuição e venda. Embora seja mais precisa em comparação a definições anteriores, ainda não abrange completamente a complexidade da cadeia produtiva de produtos agropecuários, uma vez que inicia na colheita. Opara (2003) aprimora essa concepção ao afirmar que a rastreabilidade em produtos alimentícios se refere à habilidade de identificar a fazenda onde o bem foi produzido e as fontes dos materiais utilizados, permitindo um rastreamento completo em ambas as direções para determinar a localização específica e o histórico completo na cadeia de fornecimento por meio de registros detalhados.

Olsen e Borit (2013) argumentam que uma definição abrangente deve incluir todas as características do alimento, bem como de seus ingredientes, ao longo de toda a cadeia produtiva, com base em registros sistemáticos. Essa visão ampla garante uma rastreabilidade mais completa e precisa. Definições mais contemporâneas incorporam avanços tecnológicos recentes. Segundo Gupta *et al.* (2023), a rastreabilidade é a habilidade de uma cadeia alimentar rastrear e acompanhar a jornada dos produtos alimentícios durante todo o processo de fornecimento. Para alcançar esse processo, diversas inovações técnicas são utilizadas, tais como as tecnologias de radiofrequência, *blockchain*, sensoriamento de alimentos e códigos de barras. Sobre esse aspecto, a literatura mais recente na área de engenharia tem se preocupado mais em desenvolver técnicas de rastreabilidade baseadas em *blockchain*, como discutido, por exemplo, em Salah *et al.* (2019).

Observa-se, portanto, que todas essas definições estão centradas nas características do produto, especialmente do ponto de vista do consumidor, incluindo informações relacionadas ao processo de produção. A partir dos anos 1990, a atenção também se voltou para a questão dos organismos geneticamente modificados (OGMs) e as informações associadas a esses produtos (Miraglia *et al.*, 2004).

Apesar da diversidade de definições, ainda não foi encontrada alguma dirigida especificamente às preocupações com sustentabilidade. É curioso notar que até mesmo o manual da Comissão Econômica das Nações Unidas para a Europa sobre Comércio Internacional Sustentável – UNECE (2016) não faz distinção com base nesses critérios. No entanto, é evidente que as preocupações em relação à sustentabilidade desempenharão um papel cada vez mais proeminente nas exigências de rastreabilidade, como demonstra a recente legislação europeia que proíbe a importação de alguns produtos cuja produção tenha resultado em desmatamento a partir de 2021.

De posse das definições descritas, a rastreabilidade desempenha um papel importante no comércio internacional, pois permite acessar informações sobre origem, produção, processamento e distribuição dos produtos agrícolas. Ao demonstrar a capacidade de rastrear essas informações, os países importadores ganham confiança de que os produtos atendem aos requisitos de segurança alimentar e qualidade estabelecidos (Tharatipyakul e Pongnumkul, 2021). Isso é fundamental, já que os mercados estrangeiros estabelecem requisitos rigorosos de segurança, qualidade e origem para os produtos que consomem (Opara e Mazaud, 2001), e esses requisitos são expressos em regulamentações específicas de cada país, muitas das quais são obrigatórias para a importação de produtos agrícolas.

As regulamentações referentes à rastreabilidade são detalhadas nos capítulos A85 e B85, que fazem parte da classificação de MNTs da UNCTAD (2019) e abrangem os requisitos sob os aspectos SPS (iniciadas em A) e TBT (iniciadas em B), respectivamente. As medidas SPS descrevem regulamentos que restringem substâncias, garantem a segurança alimentar e previnem a propagação de doenças ou pragas. Também incluem todas as medidas de avaliação da conformidade relacionadas com a segurança alimentar, tais como certificação, testes e inspeção e quarentena. As TBTs fornecem um conjunto de medidas técnicas sobre as características do produto, tais como especificações técnicas e requisitos de qualidade; processos e métodos de produção relacionados; e medidas como rotulagem e embalagem em relação à proteção ambiental, segurança do consumidor e segurança nacional. Tal como no caso das medidas SPS, as TBTs incluem todas as medidas de avaliação da conformidade relacionadas com requisitos técnicos, tais como certificação, testes e inspeção (UNCTAD, 2019).

As medidas de rastreabilidade são subdivididas em diferentes medidas (quadro 1), que proporcionam uma hierarquia de classificações. Por exemplo, o subgrupo A85 – *Requisitos de rastreabilidade* inclui medidas específicas, como: A851 – Origem dos materiais e peças; A852 – Histórico de processamento; A853 – Distribuição e localização dos produtos após a entrega; e A859 – Requisitos de rastreabilidade não especificados em outro lugar. O mesmo princípio é aplicado às medidas no âmbito das TBTs, com um foco mais direcionado às especificações técnicas. Os documentos da UNCTAD (2018; 2019)¹ explicam que as medidas são classificadas em subcategorias dos requisitos de rastreabilidade com base em seus objetivos claros relacionados a origem, processamento, entre outros aspectos. Caso uma medida não seja especificada adequadamente, ela será incluída em uma medida de três dígitos. Por exemplo, se uma medida determina o requisito de origem dos materiais e peças, ela é classificada como A851. Se não houver especificações claras, ela será classificada como A85. Portanto, ao contrário do que pode parecer intuitivamente, a medida A85 não é a soma de A851, A852, A853 e A859.

1. Cita-se também: <https://unctad.org/topic/trade-analysis/non-tariff-measures/NTMs-data-collection>.

QUADRO 1**Desagregação e descrição das MNTs relacionadas à rastreabilidade**

Código	MNT
A	Medidas sanitárias e fitossanitárias
	Regulamentos para proteger a saúde humana, animal, vegetal e o meio ambiente, abrangendo aditivos, contaminantes, doenças, pragas e biodiversidade. Essas medidas incluem requisitos de rastreabilidade.
A8	Avaliação da conformidade relacionada às condições sanitárias e fitossanitárias
	Procedimentos de inspeção, aprovação e garantia de conformidade para medidas sanitárias e fitossanitárias, incluindo rastreabilidade.
A85	Requisitos de rastreabilidade
	Requisitos de divulgação de informações e manutenção de registros para rastreamento do produto ao longo da produção, do processamento e da distribuição.
A851	Origem dos materiais e peças
	Divulgação de informações sobre a origem dos materiais e peças utilizados no produto final, como localização da fazenda ou nome do agricultor.
A852	Histórico de processamento
	Divulgação de informações sobre todas as etapas do processo de produção, incluindo localização, métodos de processamento e equipamentos utilizados.
A853	Distribuição e localização dos produtos após a entrega
	Divulgação de informações sobre a distribuição do produto desde a entrega aos distribuidores até o consumidor final, incluindo a localização de instalações de armazenamento temporário.
A859	Requisitos de rastreabilidade não especificados em outro lugar
B	Barreiras técnicas ao comércio
	Regulamentos técnicos e procedimentos de avaliação da conformidade para características do produto, processos de produção, rotulagem, embalagem e requisitos de marcação, incluindo rastreabilidade.
B8	Avaliação da conformidade relacionada a barreiras técnicas ao comércio
	Procedimentos de inspeção, aprovação e garantia de conformidade para medidas técnicas, incluindo rastreabilidade.
B85	Requisitos de rastreabilidade
	Requisitos de divulgação de informações e manutenção de registros para rastreamento do produto ao longo da produção, do processamento e da distribuição.
B851	Origem dos materiais e peças
	Divulgação de informações sobre a origem dos materiais e peças utilizados no produto final, como os pneus de um veículo.
B852	Histórico de processamento
	Divulgação de informações sobre todas as etapas do processo de produção, incluindo locais, métodos de processamento e equipamentos utilizados. Na produção de vestuário de lã, por exemplo, pode ser exigida a divulgação de informações sobre a origem das ovelhas, a localização da fábrica têxtil e a identidade do produtor final de vestuário.
B853	Distribuição e localização dos produtos após a entrega
	Divulgação de informações sobre a distribuição do produto após a entrega, incluindo o registro do importador.
B859	Requisitos de rastreabilidade não especificados em outro lugar

Fonte: UNCTAD (2019).

Elaboração dos autores.

O cumprimento das regulamentações dispostas nas MNTs, de um modo geral, implica três tipos de custos que têm diferentes incidências nos fluxos comerciais, na estrutura do mercado interno e no bem-estar (Melo e Shepherd, 2018). Os custos de aplicação referem-se aos recursos que empresas privadas precisam investir para demonstrar conformidade com uma determinada regulamentação, como a implementação de sistemas de rastreabilidade (adequação à medida A85 ou B85, por exemplo). Os custos de adaptação dos processos envolvem despesas de capital necessárias para cumprir um padrão específico, como a aquisição de equipamentos para divulgar informações sobre a origem de materiais e peças utilizados no produto final, como localização da fazenda ou nome do agricultor (seria o caso das medidas A851 e B851). Por último, os custos de fornecimento, que surgem quando uma empresa precisa mudar de fornecedores de baixa qualidade para fornecedores de alta qualidade a fim de cumprir os requisitos técnicos, como os padrões de distribuição e localização dos produtos após a entrega, especificamente mencionados como A853 e B853.

Para Melo e Shepherd (2018), os dois primeiros são predominantemente custos fixos, e os custos de fornecimento são variáveis. Medin (2003) estabelece que os custos fixos e variáveis têm efeitos semelhantes na decisão de exportar. De forma diferente, é desenvolvida neste estudo uma abordagem próxima à proposta por Fiankor, Haase e Brummer (2021), que discutem que os custos fixos afetam na probabilidade de exportar, enquanto os custos variáveis tendem a não ter efeitos sobre os países que já possuem relações comerciais consolidadas.

Os custos fixos de exportação podem criar distinções entre empresas que exportam e aquelas que não o fazem, mesmo que ambas pertençam ao mesmo segmento de mercado. Para Melitz (2003), a heterogeneidade entre as empresas que exportam ou não reside na sua produtividade: por um lado, empresas produtivas têm mais condições de serem competitivas e alcançarem mercados internacionais; as menos produtivas, por outro lado, não são competitivas diante das exigências dos mercados estrangeiros. Tais custos fixos, também chamados de custos de entrada no âmbito da exportação (Fiankor, Haase e Brummer, 2021), envolvem atividades como pesquisa de mercado para identificar parceiros comerciais, estabelecimento de redes de distribuição em mercados estrangeiros, negociação de contratos internacionais e adaptação dos processos produtivos para cumprir as regras e os regulamentos estrangeiros (Medin, 2003).

Embora as exportações incorram em custos fixos mais elevados do que os observados quando as vendas ocorrem para o mercado interno, elas elevam a rentabilidade das vendas no exterior. No entanto, importante destacar que a decisão de uma empresa de se envolver na exportação independe de sua decisão de produção. Isso significa que os custos relacionados à exportação são apenas um adicional aos custos de produção (Medin, 2003).

De todo modo, é intuitivo supor que, para as relações comerciais consolidadas, os exportadores já teriam investido no cumprimento dos custos fixos, que são entendidos como os esforços iniciais para alcançar conformidade, tal como a compra de um equipamento (Maskus, Otsuki e Wilson, 2013). Para os países que ainda não estabeleceram as relações comerciais com determinado parceiro, o componente de custo fixo é relativamente elevado e, portanto, afeta em grande medida a probabilidade de comércio para o país que mantém o regulamento (Fiankor, Haase e Brummer, 2021).

Os custos variáveis, por seu turno, abrangem despesas relacionadas à manutenção e atualização das adequações aos regulamentos, como atividades de controle, monitoramento, testes e auditorias, bem como a renovação ou atualização de componentes específicos dos processos produtivos. Esses custos são aplicados para garantir a conformidade contínua com as MNTs em produtos cujas exportações já são estabelecidas. Além disso, a experiência acumulada em cumprir os regulamentos específicos de um país facilita a adaptação aos custos variáveis, que tendem a ser relativamente menores do que os fixos (Fiankor, Haase e Brummer, 2021; Grant, Peterson e Ramniceanu, 2015).

Quando um exportador já possui sistemas de rastreabilidade em vigor e investiu no custo fixo de implementação da tecnologia, pode ser necessário fazer ajustes para a inclusão de informações adicionais, a depender das exigências do importador. Essa demanda pode resultar em custos adicionais, os quais podem ser diferentes entre as MNTs de rastreabilidade, sendo mais elevados quando a conformidade requer um maior dispêndio de recursos.

Uma abordagem adicional se relaciona ao grau de rigor na relação entre o exportador e seu parceiro comercial. Os custos só terão um impacto significativo no comércio quando as exigências do importador forem mais rigorosas do que as já estabelecidas no país exportador. Por exemplo, se o país exportador já mantém padrões rigorosos de rastreabilidade para seus produtos no mercado interno, pode ser que não tenha custos adicionais para cumprir as exigências menos estritas do importador (Ferro, Otsuki e Wilson, 2015; Shingal, Ehrich e Foletti, 2020; Winchester *et al.*, 2012). Essa ideia de rigor pode fornecer as bases conceituais para compreender, por exemplo, se os custos relacionados a cada MNT de rastreabilidade são diferentes entre si. Se o importador for mais exigente que o exportador na medida relacionada à medida A851 (origem dos materiais e peças), possivelmente o segundo país terá custos de ajustes aos quais se adequar.

Sobre as possibilidades de os custos comerciais terem efeitos distintos sobre os países exportadores, é esperado que as empresas que conseguem arcar com esses custos e, ao mesmo tempo, oferecer preços competitivos tenham boas chances de expandir sua participação no mercado. Por essa razão, os efeitos comerciais das MNTs

não são previsíveis e claros: evidências empíricas contrastam os achados dos “padrões como barreiras” e “padrões como catalisadores” (Santeramo e Lamonaca, 2022a). Essas inconsistências ocorrem porque, embora o escopo das MNTs técnicas seja melhorar a qualidade dos bens, reduzir as assimetrias de informação e promover a sustentabilidade, elas têm um efeito colateral de criar barreiras ao comércio a partir dos custos de conformidade associados ao cumprimento das medidas (Navaretti *et al.*, 2018). Se, por um lado, o resultado encontrado no parâmetro estimado for positivo, a promoção da demanda de importação da MNT foi maior do que a implicação de custo. Por outro lado, um efeito negativo justifica-se pelo efeito custo superar o efeito demanda (Xiong e Beghin, 2014).

Essa ambiguidade dificulta a generalização dos resultados para as MNTs, e, para compreender o verdadeiro efeito do seu conteúdo regulatório com o comércio, a literatura sugere que a análise seja realizada para MNTs específicas, em setores específicos (Peci e Sanjuán, 2020; Shang e Tonsor, 2019; Traoré e Tamini, 2022). Esse exercício facilita a interpretação dos resultados e contribui para propostas de políticas comerciais mais adequadas para setores e regiões.

A conformidade com os requisitos de rastreabilidade implica investimentos iniciais em sistemas adequados para rastrear e documentar os processos de produção, o que inclui a aquisição de *software* e a implementação de treinamento. Além disso, existem custos operacionais associados ao registro e monitoramento contínuo da produção, bem como custos de armazenagem das informações. Esses custos podem variar de acordo com o ambiente regulatório, o tamanho da empresa, a tecnologia adotada, as características dos produtos e processos de produção, a estrutura e a complexidade da cadeia de suprimentos bem como com a quantidade de informações necessárias para serem armazenadas (Asioli, Boecker e Canavari, 2014).

A compreensão da estrutura de custos de conformidade regulatória enfrentada pelo exportador é fundamental para explicar os diferentes efeitos das MNTs. De acordo com Melitz (2003) e Helpman, Melitz e Rubinstein (2008), a implementação de regulamentos, como a rastreabilidade, resulta em um efeito de seleção ao aumentar os custos fixos e variáveis do comércio, os quais têm o poder de discriminar os produtores que conseguirão ou não participar do comércio.

À medida que os exportadores precisam diversificar suas práticas de produção para atender a diferentes requisitos em diferentes mercados, os custos tendem a se tornar mais onerosos. Isso pode criar vantagens potenciais para os mercados que conseguem sustentar uma produção diferenciada em comparação com países que possuem menor capacidade de adaptação (Maskus, Otsuki e Wilson, 2013). Isso explica por que os

requisitos regulatórios atuam como catalisadores comerciais para países com fluxos de comércio já estabelecidos e como barreiras para os países comercialmente pouco consolidados. De fato, Fiankor, Haase e Brummer (2021) observam que, para fluxos de comércio maiores (90%>), os efeitos negativos das MNTs são menos significativos ou até mesmo inexistentes em comparação com percentis de fluxo de comércio mais baixos.

Santeramo e Lamonaca (2022a) discutem que os custos associados às MNTs podem ser mais elevados para países em desenvolvimento do que para países desenvolvidos. Isso se deve ao fato de que os requisitos de segurança alimentar variam de acordo com as tecnologias disponíveis em cada país e com sua capacidade operacional e financeira de se adaptar às exigências internacionais. As análises realizadas para países de diferentes níveis de renda e para diferentes setores apresentam resultados distintos: as medidas SPS favorecem as importações de carne, vegetais e preparações de carne e peixe nos países desenvolvidos, bem como prejudicam o comércio de peixe e frutas. Os países em desenvolvimento, por seu turno, são favorecidos pelas regulamentações SPS para o setor de frutas e vegetais. Isso reforça que as MNTs não têm efeitos generalizados e se alteram de acordo com o setor e com o nível de renda dos países envolvidos no comércio.

3 METODOLOGIA

3.1 Modelo empírico e método de estimação

O modelo empírico adotado neste estudo é fundamentado na teoria desenvolvida por Anderson e Wincoop (2003). O modelo gravitacional é derivado a partir de funções de oferta e demanda para países exportadores e importadores em condições de equilíbrio geral. No sistema de demanda, é utilizado um modelo de função de utilidade do tipo *constant elasticity of substitution* (CES), em que os consumidores do país importador buscam maximizar sua utilidade sujeitos à restrição orçamentária. O resultado da maximização é expresso pela seguinte forma estrutural:

$$X_{ijkt} = \frac{E_{jkt}Y_{ikt}}{Y_{kt}} \left(\frac{\tau_{ijkt}}{P_{jkt}\Pi_{ikt}} \right)^{1-\sigma_k} e_{ijkt}; \quad (1)$$

$$(\Pi_{ikt})^{1-\sigma_k} = \sum_j \left(\frac{\tau_{ijkt}}{P_{jkt}} \right)^{1-\sigma_k} \frac{E_{jkt}}{Y_{ikt}}; \text{ e} \quad (2)$$

$$(P_{jkt})^{1-\sigma_k} = \sum_i \left(\frac{\tau_{ijkt}}{P_{jkt}} \right)^{1-\sigma_k} \frac{Y_{ikt}}{Y_{kt}}, \quad (3)$$

em que X_{ijkt} representa as exportações do bem k do país i para o país j no ano t ; Y_{ikt} e Y_{kt} referem-se à produção do produto k no país i e à produção agregada mundial de k no ano t , respectivamente; E_{jkt} é o gasto do país j para obter o produto k no ano t ; τ_{ijkt}

representa os custos de comércio incorridos pelos exportadores para o país importador j no ano t ; σ_k é a elasticidade de substituição entre todos os bens; e_{ijkt} é o termo de erro aleatório; e P_{jkt} e Π_{ikt} são os termos de resistência multilateral, sendo os índices de preços para cada economia j e i , respectivamente.

Os termos de resistência multilateral referem-se à resistência média ao comércio entre um país e seus parceiros comerciais. A inclusão dos termos P_{jkt} e Π_{ikt} indica que os fluxos de comércio não dependem apenas dos custos entre os países i e j , mas também dos custos entre esses países e seus demais parceiros comerciais. Estudos anteriores a Anderson e Wincoop (2003) não consideraram a inclusão de termos que representassem a resistência multilateral, o que poderia levar a estimativas enviesadas devido à omissão dessas variáveis. Portanto, a incorporação desses termos é crucial para uma análise mais precisa e abrangente das relações comerciais entre países.

A última etapa do modelo teórico de Anderson e Wincoop (2003) foi a inclusão de uma função log-linear com variáveis representativas dos custos de transação, como distância, acordos de comércio, contiguidade etc. De posse dessas informações e aplicando logaritmo na equação (1), tem-se a equação gravitacional que mostra que o comércio entre os países i e j depende da renda deles, de determinadas barreiras ao comércio e da resistência multilateral. Se as barreiras comerciais forem elevadas entre os pares de países, terão efeitos negativos sobre o volume comercializado.

O modelo gravitacional tem sido amplamente utilizado na literatura que trata o comércio internacional, haja vista que relaciona os fluxos comerciais com as diversas características dos países exportadores e importadores. Buscando melhores alternativas para enfrentar os desafios que surgem na estimação do modelo gravitacional, Yotov *et al.* (2016) e Anderson, Larch e Yotov (2020) apresentam recomendações para o processo de estimação do modelo gravitacional, descritas a seguir.

- 1) Utilizar dados em painel para estimativas do modelo gravitacional: o uso de painel gera estimativas mais consistentes e permite a inclusão de efeitos fixos para tratar o problema da endogeneidade das variáveis de política comercial.
- 2) Utilizar dados em painel com intervalos temporais em vez de anos consecutivos: essa abordagem proporciona um ajuste mais preciso dos fluxos comerciais e resultados mais robustos das mudanças de políticas ou custos de comércio.
- 3) Incluir efeitos fixos direcionais variantes no tempo para o importador e exportador: a utilização desses efeitos fixos possibilita controlar as resistências multilaterais não observáveis e outras características observáveis ou não que variam ao longo do tempo para ambos os países.

- 4) Incluir efeitos fixos do par de países: esses efeitos corrigem o problema da endogeneidade das variáveis de política comercial e capturam os efeitos dos custos comerciais bilaterais invariantes no tempo.
- 5) Utilizar o método PPML na estimação do modelo gravitacional: esse estimador leva em consideração a heterocedasticidade presente em muitos dados de comércio e utiliza as informações contidas nos fluxos de comércio zero. Neste estudo, foi utilizado o PPML-HDFE (*high-dimensional fixed effects*), conforme sugerido por Correia, Guimarães e Zylkin (2020). Trata-se de um método estatístico utilizado para lidar com um grande número de categorias ou níveis para os efeitos fixos. Essa combinação permite controlar de forma eficiente os efeitos fixos específicos de cada país ou par de países em modelos gravitacionais, mesmo quando há um grande número de categorias.

A equação gravitacional estimada neste estudo, representada em (4), e a descrição das variáveis são apresentadas no quadro 2:

$$\begin{aligned}
 M_{ijkt} = & c + \beta_0 fta_{ijt} + \beta_1 A85_b_{ijkt} + \beta_2 A851_b_{ijkt} + \beta_3 A852_b_{ijkt} + \\
 & \beta_4 A853_b_{ijkt} + \beta_5 A859_b_{ijkt} + \beta_6 B851_b_{ijkt} + \beta_7 A85_m_{ikt} + \\
 & \beta_8 A851_m_{ikt} + \beta_9 A852_m_{ikt} + \beta_{10} A853_m_{ikt} + \beta_{11} A859_m_{ikt} + \dots \quad (4) \\
 & \beta_{12} B85_m_{ikt} + \beta_{13} B851_m_{ikt} + \beta_{14} B852_m_{ikt} + \beta_{15} B853_m_{ikt} + \\
 & \beta_{16} B859_m_{ikt} + \gamma_{it} + \delta_{jt} + \eta_{ij} + \tau_k + \varepsilon_{ijkt}
 \end{aligned}$$

QUADRO 2

Descrição e fonte de dados das variáveis a serem estimadas empregando a equação gravitacional

Variável	Descrição	Unidade	Fonte
M_{ijkt}	Valor nominal das importações ¹ do produto k pelo país i provenientes do país j no ano t . Os subscritos i, j e k são respectivamente 58 países importadores, 53 exportadores (quadro A.1 do apêndice A), 2.081 produtos a seis dígitos de acordo com a classificação do sistema harmonizado dos produtos do agronegócio segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) ² e t igual 2012 a 2021.	US\$ corrente	UM CONTRADE – World Integrated Trade Solution (WITS)
fta_{ijt}	<i>Dummy</i> que assume valor 1 se os países i e j têm acordo de livre comércio; e 0 caso contrário.	binária	Mario Larch

(Continua)

TEXTO para DISCUSSÃO

(Continuação)

Variável	Descrição	Unidade	Fonte
A85 _{b_{ijkt}} A851 _{b_{ijkt}} A852 _{b_{ijkt}} A853 _{b_{ijkt}} A859 _{b_{ijkt}}	<i>Dummies</i> que assumem valor 1 se o importador <i>i</i> impõe medidas SPS de rastreabilidade ao exportador <i>j</i> para o produto <i>k</i> no ano <i>t</i> ; e 0 caso contrário.	binária	UNCTAD – The Global Database on Non-Tariff Measures (TRAINS)
B851 _{b_{ijkt}} ³	<i>Dummy</i> que assume valor 1 se o importador <i>i</i> impõe as TBTs de rastreabilidade ao exportador <i>j</i> para o produto <i>k</i> no ano <i>t</i> ; e 0 caso contrário.	binária	
A85 _{m_{ikt}} A851 _{m_{ikt}} A852 _{m_{ikt}} A853 _{m_{ikt}} A859 _{m_{ikt}}	<i>Dummies</i> que assumem o valor 1 se o importador <i>i</i> aplica as SPS de rastreabilidade para o produto <i>k</i> no ano <i>t</i> ; e 0 caso contrário.	binária	
B85 _{m_{ikt}} B851 _{m_{ikt}} B852 _{m_{ikt}} B853 _{m_{ikt}} B859 _{m_{ikt}}	<i>Dummies</i> que assumem o valor 1 se o importador <i>i</i> aplica as TBT de rastreabilidade para o produto <i>k</i> no ano <i>t</i> ; e 0 caso contrário.	binária	
γ_{it} δ_{jt} τ_k η_{ij}	São efeitos fixos (EFs) do importador-ano (γ_{it}) e exportador-ano (δ_{jt}), que controlam fenômenos específicos do país e que variam no tempo; ⁴ τ_k é o EF de produto; e η_{ij} é o EF para o par de país, que controla fenômenos específicos para os pares e que não variam no tempo.	Procedimentos econométricos	
ε_{ijkt}	Termo de erro.		

Elaboração dos autores.

Notas: ¹ Embora o modelo teórico esteja definido em termos de exportações do país *i* para o *j* (X_{ijkt}), são usados dados de importação porque são tradicionalmente mais confiáveis. Os fluxos de importação são monitorados com maior cuidado pelos agentes alfandegários, pois estão sujeitos às tarifas de importação (Baldwin e Taglioni, 2006).

² Os produtos foram agrupados de acordo com os seguintes setores: animais vivos (exceto pescados); bebidas; cacau e seus produtos; café; carnes; cereais, farinhas e preparações; chá, mate e especiarias; complexo soja; complexo sucroalcooleiro; couros, produtos de couro e peleteria; demais produtos de origem animal; demais produtos de origem vegetal; fibras e produtos têxteis; frutas (inclui nozes e castanhas); fumo e seus produtos; lácteos; pescados; plantas vivas e produtos de floricultura; produtos alimentícios diversos; produtos apícolas; produtos florestais; produtos hortícolas, leguminosas, raízes e tubérculos; produtos oleaginosos (exclui soja); rações para animais; e sucos. Disponível em: <https://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat/index.htm>. Acesso em: jun. 2023.

³ Não houve emissão de outras TBTs de rastreabilidade para os produtos do agronegócio.

⁴ A inclusão dos EFs de país importador-ano e exportador-ano caracteriza o modelo gravitacional estrutural. A inserção desses EFs impede a utilização dos produtos internos brutos (PIBs) individuais de cada país nos modelos estimados, uma vez que esses efeitos já estão capturados pelos EFs.

As medidas bilaterais (com subscrito b) analisam o efeito das medidas de rastreabilidade direcionadas a parceiros comerciais específicos nas relações comerciais, enquanto as medidas multilaterais (com subscrito m) capturam o efeito das medidas de rastreabilidade aplicadas a todos os países, sem fazer distinção do parceiro afetado. Essas variáveis são incluídas separadamente em uma mesma regressão para investigar se as implicações comerciais das medidas de rastreabilidade são diferentes quando aplicadas a todos os parceiros ou apenas a pares de países. Estudos semelhantes foram conduzidos por Crivelli e Gröeschl (2016) e Santeramo e Lamonaca (2022a).

A inclusão dos EFs de par de países é relevante para corrigir a possível endogeneidade entre os fluxos comerciais e determinadas variáveis explicativas, como as MNTs (Yotov *et al.*, 2016). Também capturam os efeitos de variáveis tradicionais do modelo gravitacional, tais como distância bilateral, contiguidade, relação colonial etc., o que justifica a sua não inclusão. Baier e Bergstrand (2007) discutem que a inclusão desses EFs representa melhor as medidas de custos bilaterais do que as variáveis-padrão. Para testar a robustez dos resultados, esse EF foi removido e as variáveis tradicionais foram acrescentadas ao modelo $Dist_{ij}$ que representa a distância geográfica (em quilômetros) entre as cidades mais populosas dos países i e j ; e as variáveis binárias $Front_{ij}$, $Idioma_{ij}$ e $Colonia_{ij}$, que recebem valor 1 se os países i e j apresentam fronteira comum, idioma oficial e laços coloniais comuns, respectivamente. Essas variáveis são fornecidas pela plataforma Centre d'Etudes Prospectives et d'Informations Internationales (Cepii). Uma análise adicional de robustez foi realizada, envolvendo as estimativas da equação (4) com uma abordagem que considera separadamente as medidas bilaterais e multilaterais, conforme ilustrado na tabela A.4 do apêndice A.

Após estimar a regressão para todos os produtos do agronegócio, a equação (4) foi aplicada aos setores de carnes, frutas e pescados, selecionados com base nos produtos que receberam mais medidas de rastreabilidade durante o período analisado. Além disso, foram feitas estimativas para diferentes níveis de renda do exportador e importador. Os países de renda média alta e média baixa foram agrupados como países *em desenvolvimento*, enquanto os países de alta renda foram considerados como países *desenvolvidos*. Os modelos foram estimados de três maneiras diferentes: i) países desenvolvidos (exportadores) e países desenvolvidos (importadores); ii) países em desenvolvimento (exportadores) e países desenvolvidos (importadores); e iii) países em desenvolvimento (exportadores) e países em desenvolvimento (importadores). A literatura mostra que os países com maior nível de renda não são afetados da mesma forma que os países em desenvolvimento para acessar outros países de alta renda (Murina e Nicita, 2017; Santeramo e Lamonaca, 2022a). Essa análise é relevante para compreender melhor as dinâmicas do comércio internacional e identificar possíveis variações nos efeitos das medidas de rastreabilidade com base no perfil econômico dos parceiros comerciais envolvidos.

O período de análise (2012 a 2021) justifica-se pela consideração do período mais recente com dados disponíveis, para um espaço temporal de dez anos.² Wall e Cheng (2005) e Yotov *et al.* (2016) recomendam a utilização de dados em painel com intervalos temporais, o que possibilita o ajuste dos fluxos de comércio a qualquer mudança nos custos comerciais associadas às políticas comerciais. Geralmente, essas políticas não geram efeitos imediatos no comércio internacional, ou seja, as variáveis explicativas e dependentes não se ajustam de forma perfeita em um período de um ano. Para tratar essa especificidade, foram testados intervalos de três e cinco anos, seguindo as recomendações de Olivero e Yotov (2012). Optou-se pelo intervalo temporal de três anos, assim como Santeramo e Lamonaca (2022), Carneiro *et al.* (2022) e Anderson, Larch e Yotov (2020). As estimativas com todos os anos da amostra e com o intervalo temporal de cinco anos encontra-se no apêndice A e foram usadas como opções para testar a robustez dos resultados.

3.2 Tratamento dos dados

Um consórcio liderado pela UNCTAD é responsável por levantar e organizar MNTs que possam impactar o comércio exterior. Equipes coletam periodicamente essas medidas, que são identificadas em documentos legislativos nacionais. Cada disposição é classificada em códigos específicos, embora um mesmo regulamento possa abranger várias MNTs. No entanto, existem limitações no uso e na interpretação dos dados, como a omissão de medidas e a possibilidade de dupla contagem devido a notificações em diferentes comitês. Essas limitações estão relacionadas à natureza e ao processo de coleta das informações (Melo e Nicita, 2018).

Embora a UNCTAD forneça um arquivo com as informações de MNTs tratadas,³ a base possui limitações que impediram sua utilização neste estudo. As informações estão desatualizadas. Para alguns países/blocos relevantes no contexto de comércio internacional, como a União Europeia, o ano mais recente com registro de MNTs emitidas era 2018. No entanto, uma busca detalhada no banco de dados da UNCTAD⁴ revelou informações mais completas e atualizadas, com dados coletados até 2021, o que tornou essas informações mais adequadas para este estudo. Com base nisso, foi realizada uma coleta sistemática de todas as informações disponíveis na plataforma para incorporar todos os países que emitiram MNTs e foram afetados por essas. Os dados abrangem todos os produtos classificados em seis dígitos de acordo com

2. Considerar um período maior exige um grande esforço computacional pela estrutura do painel que varia com as dimensões exportador, importador, produto e ano.

3. Disponível em: <https://trainsonline.unctad.org/bulkDataDownload>. Acesso em: 9 jul. 2023.

4. Disponível em: <https://trainsonline.unctad.org/detailedSearch>. Acesso em: 9 jul. 2023.

o sistema harmonizado de classificação de mercadorias de 2012, tanto em níveis de desagregação bilaterais quanto multilaterais. Foram realizadas várias consultas, uma vez que o *download* dos dados era limitado, resultando em um total de 85.632 MNTs.

Após a coleta dos dados, o tratamento da base foi realizado em quatro etapas principais: i) redução da base através de filtros sem pré-tratamento; ii) tratamento dos países da amostra e diferenciação das MNTs multilaterais; iii) tratamento dos produtos; e iv) verificação do período de implementação das MNTs. Na primeira etapa, foi feita uma filtragem simples com base nos códigos das MNTs, mantendo apenas aquelas relacionadas à rastreabilidade, conforme ilustrado no quadro 1. Em seguida, foi aplicado um filtro temporal para manter apenas as MNTs implementadas entre 2012 e 2021. Posteriormente, foi decidido considerar os anos de coleta de 2019, 2020 e 2021 como um único ano, removendo MNTs duplicadas. Essa estratégia permitiu reduzir a quantidade de MNTs expiradas em períodos mais distantes, enquanto mantinha um número significativo de observações com datas de implementação mais recentes.

O objetivo da segunda etapa foi selecionar apenas os países emissores que representassem, em média, 95% das importações mundiais entre 2012 e 2021, e os países afetados responsáveis por 95% das exportações mundiais no mesmo período. Para isso, foi necessário um pré-tratamento dos países emissores e afetados. No caso dos países emissores, foi realizado apenas o desdobramento da União Europeia em seus países-membro. Já para os países afetados, havia quatro tipos de agrupamentos: blocos de países; países separados por vírgulas (em uma única célula); “todos os países do mundo, exceto (...)”; e “todos os países do mundo”. Essa última caracteriza as medidas multilaterais. Para manter a lógica da produção do painel, a União Europeia foi desdobrada; os grupos de países contidos em uma única célula foram separados para cada país representar uma linha; “todos os países do mundo, exceto (...)” foi substituído pelos exportadores da amostra, removidos os países excluídos; e, quando a medida era multilateral, ou seja, o país afetado era o mundo, todos os países da amostra foram considerados. Nesse caso, as MNTs multilaterais foram diferenciadas das bilaterais através da adição de “_m” no final do código da MNT.

A terceira etapa, que envolveu o tratamento dos produtos, foi a mais complexa. Isso se deveu a três motivos: primeiro, os produtos ou conjuntos de produtos afetados por uma determinada MNT estavam agrupados em uma única célula; segundo, os códigos dos produtos estavam em diferentes níveis de agregação (dois, quatro, seis, oito e dez dígitos); terceiro, além dos códigos, havia explicações adicionais dos produtos afetados pelas MNTs, contendo letras, símbolos de diferentes idiomas e números para fornecer especificações mais precisas. Portanto, foi necessário realizar um processo de limpeza para remover caracteres indesejados sem comprometer a classificação dos produtos no sistema harmonizado. Em seguida, os produtos foram desagregados para alcançar

a classificação de seis dígitos. Isso envolveu a desagregação dos produtos de dois e quatro dígitos e a agregação dos produtos de oito e dez dígitos, garantindo que todos os produtos estivessem classificados em seis dígitos.

A quarta e última etapa teve como objetivo garantir que as MNTs estivessem ativas até sua data de expiração. No banco de dados da UNCTAD, cada MNT possui uma data de implementação e deve ter uma data de expiração. Na base, foram encontradas MNTs com datas de expiração definidas, com datas de expiração contendo “9999” e com a data de expiração vazia. As datas de expiração posteriores a 2021, as que continham 9999 e as datas de expiração vazias, consideraram que as MNTs eram vigentes até 2021, o ano limite da análise. Todo o processo de tratamento da base de MNTs buscou estabelecer coerência com a base para pesquisadores fornecida pela UNCTAD. Todos os procedimentos foram realizados no *software* R.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Análise descritiva

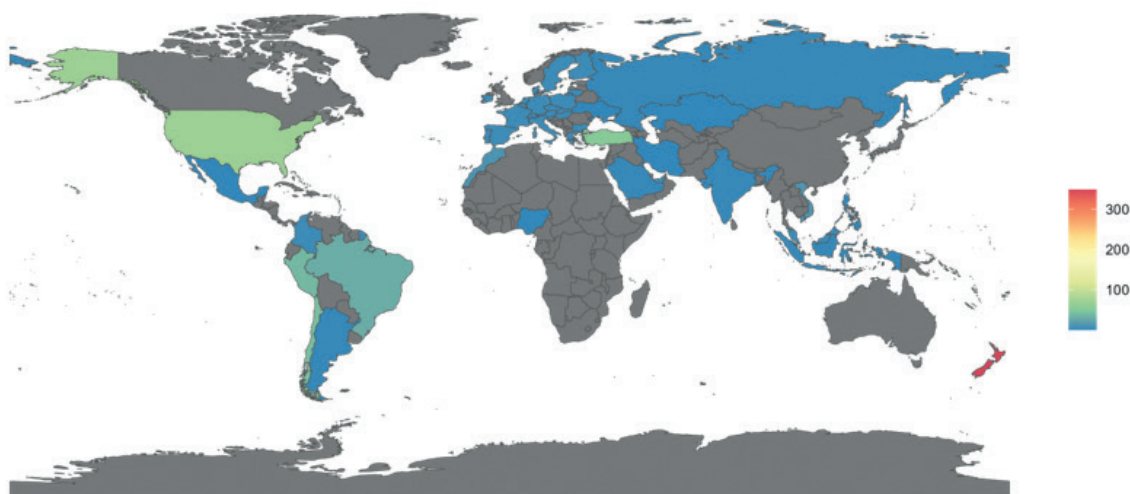
Antes de apresentar e discutir os resultados econométricos realizados na pesquisa, é feita uma análise descritiva sobre as medidas de rastreabilidade por países, setores e subsetores. O objetivo é identificar algumas características da amostra considerada no estudo. Como mostram a figura 1 e a tabela 1, no geral, a Nova Zelândia é o país que mais emitiu medidas de rastreabilidade, totalizando 348 MNTs; seguido por Estados Unidos, com 71 medidas; e Turquia, com 55. Ao analisar a distribuição geográfica das MNTs, é importante ressaltar que os padrões identificados podem ser reflexo das disparidades entre os países no que diz respeito à coleta de dados feita pela UNCTAD. Além disso, a transparência na implementação das medidas pode exercer influência nos resultados encontrados. Entre as principais medidas aplicadas por esses três principais emissores, na Nova Zelândia e nos Estados Unidos, há maior ocorrência da A859, totalizando 279 e 32 medidas, respectivamente. Para a Turquia, a medida A853 tem maior aplicação (55 MNTs). Ao analisar a emissão de medidas de rastreabilidade por categoria, considerando todos os países da amostra (tabela 1), há predominância das medidas A859 (323 MNTs), A851 (193 MNTs) e A853 (64 MNTs). A medida A859 trata de requisitos de rastreabilidade não especificados em outro lugar, ou seja, são medidas que não podem ser categorizadas com precisão dentro de outros códigos fornecidos pela classificação.⁵ A medida A851 refere-se aos requisitos para a divulgação de informações sobre a origem de materiais e peças utilizadas no produto final.

5. Esses códigos só devem ser utilizados se um requisito estiver definido com precisão num regulamento, mas não corresponder a nenhum outro código no respectivo capítulo (UNCTAD, 2019).

A medida A853 trata da distribuição e localização dos produtos após a entrega, como a solicitação de informações sobre a localização de armazéns temporários.

FIGURA 1

Países emissores de MNTs de rastreabilidade: total de medidas



Fonte: UNCTAD TRAINS. Disponível em: <https://trainsonline.unctad.org/detailedSearch>. Acesso em: jan. 2023.

Elaboração dos autores.

Obs.: Ilustração cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

TABELA 1

Países emissores de MNTs de rastreabilidade por categoria das medidas

País	A85	A851	A852	A853	A859	B85	B851	B852	B853	B859	Total
Nova Zelândia	8	46	4	-	279	-	-	-	1	10	348
Estados Unidos	7	8	12	-	32	9	1	-	1	1	71
Turquia	-	-	-	55	-	-	-	-	-	-	55
Chile	-	37	-	5	2	-	-	-	-	-	44
Peru	2	20	9	1	7	-	-	-	-	-	39
Brasil	-	31	-	-	-	-	-	-	-	-	31
Emirados Árabes	-	15	2	2	1	-	-	-	-	1	21
Vietnã	2	3	-	-	1	2	2	-	1	3	14
Marrocos	1	7	3	-	1	-	-	-	-	-	12

(Continua)

TEXTO para DISCUSSÃO

(Continuação)

País	A85	A851	A852	A853	A859	B85	B851	B852	B853	B859	Total
Arábia Saudita	-	4	3	1	-	-	-	-	1	-	9
Áustria	1	1	-	-	-	1	2	-	-	-	5
Bélgica	1	1	-	-	-	1	2	-	-	-	5
Bulgária	1	1	-	-	-	1	2	-	-	-	5
Colômbia	-	-	2	-	-	1	-	2	-	-	5
República Checa	1	1	-	-	-	1	2	-	-	-	5
Alemanha	1	1	-	-	-	1	2	-	-	-	5
Dinamarca	1	1	-	-	-	1	2	-	-	-	5
Espanha	1	1	-	-	-	1	2	-	-	-	5
Finlândia	1	1	-	-	-	1	2	-	-	-	5
França	1	1	-	-	-	1	2	-	-	-	5
Grécia	1	1	-	-	-	1	2	-	-	-	5
Hungria	1	1	-	-	-	1	2	-	-	-	5
Irlanda	1	1	-	-	-	1	2	-	-	-	5
Itália	1	1	-	-	-	1	2	-	-	-	5
Lituânia	1	1	-	-	-	1	2	-	-	-	5
Holanda	1	1	-	-	-	1	2	-	-	-	5
Polônia	1	1	-	-	-	1	2	-	-	-	5
Portugal	1	1	-	-	-	1	2	-	-	-	5
Eslováquia	1	1	-	-	-	1	2	-	-	-	5
Eslovênia	1	1	-	-	-	1	2	-	-	-	5
Suécia	1	1	-	-	-	1	2	-	-	-	5
Suíça	1	-	1	-	-	-	1	-	-	-	3
Argentina	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Rússia	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2
México	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Total	43	193	36	64	323	32	44	2	5	15	757

Fonte: UNCTAD TRAINS. Disponível em: <https://trainsonline.unctad.org/detailedSearch>. Acesso em: jan. 2023.

Elaboração dos autores.

Obs.: As informações contidas na tabela indicam o total de MNTs emitidas pelos países, considerando que as informações de países e anos da amostra estão agregadas e que uma mesma medida emitida para países diferentes é contabilizada apenas como uma MNT.

A tabela 2 exibe a implementação de MNTs de rastreabilidade, discriminadas de acordo com o nível de renda dos países emissores, se são tomadas de forma bilateral ou multilateral, e por setor. Conforme a tabela, em média, os países desenvolvidos são

os que mais aplicam MNTs para a rastreabilidade se comparados com os países em desenvolvimento. Em termos das MNTs desagregadas em bilaterais ou multilaterais, as medidas A85 e a A851 multilaterais são as mais utilizadas pelos países analisados. A medida A85 trata de requisitos de rastreabilidade, como rastreamento de um produto nas etapas de produção, processamento e distribuição. Já a medida A851 refere-se a origem de materiais e peças que são utilizadas no produto final, como localização da fazenda e nome do produtor e quais fertilizantes utilizados. Em específico para os setores de carnes, frutas e pescados, os Estados Unidos representam o país importador com maior número de exigências.

TABELA 2

Aplicação de MNT de rastreabilidade por categoria de país e setor

MNT	Países importadores							
	Agronegócio		Carnes		Frutas		Pescados	
	Em desenvolvimento	Desenvolvido	Em desenvolvimento	Desenvolvido	Em desenvolvimento	Desenvolvido	Em desenvolvimento	Desenvolvido
	Média (%)		Média (%)		Média (%)		Média (%)	
$A85_{b_{ijkt}}$	0,000043	0,307	0	0,0022	0	1,9	0	0
$A851_{b_{ijkt}}$	0,106	0,047	0,078	0,29	0,00002	0,0065	0	0,14
$A852_{b_{ijkt}}$	0,0045	0,004	0	0	0	0,027	0	0
$A853_{b_{ijkt}}$	0,113	0,0016	0	0	0,05	0,001	0	0
$A859_{b_{ijkt}}$	0,0047	0,0107	0,0072	0	0	0,026	0	0
$B851_{b_{ijkt}}$	0,024	0	0	0	0	0	0	0
$A85_{m_{ikt}}$	4,61	22,34	10	49	9,3	47,5	9,7	46,2
$A851_{m_{ikt}}$	1,6	7,87	3,2	17	3,2	16,4	3,2	16,3
$A852_{m_{ikt}}$	0,30	3,45	0	6,9	0	6,9	1,7	6,5
$A853_{m_{ikt}}$	0	1,40	0	2,7	0	2,7	0	2,6
$A859_{m_{ikt}}$	0,20	0,78	0	1,6	0	1,6	1,2	1,6
$B85_{m_{ikt}}$	0,21	0,70	0	0,064	0,12	0	0,025	0,19
$B851_{m_{ikt}}$	0,46	5,0	0	0	0	0	0	0
$B852_{m_{ikt}}$	0,051	0	0	0	0,04	0	0	0
$B853_{m_{ikt}}$	0,031	0,18	0	0	0	0	0	0
$B859_{m_{ikt}}$	0,27	1,3	0,85	1,1	0	1,1	0,27	1,2
Número total de observações	18.538.000	30.225.000	855.500	1.443.750	943.000	1.537.500	2.495.500	4.068.750

Fonte: UNCTAD TRAINS. Disponível em: <https://trainsonline.unctad.org/detailedSearch>. Acesso em: jan. 2023.

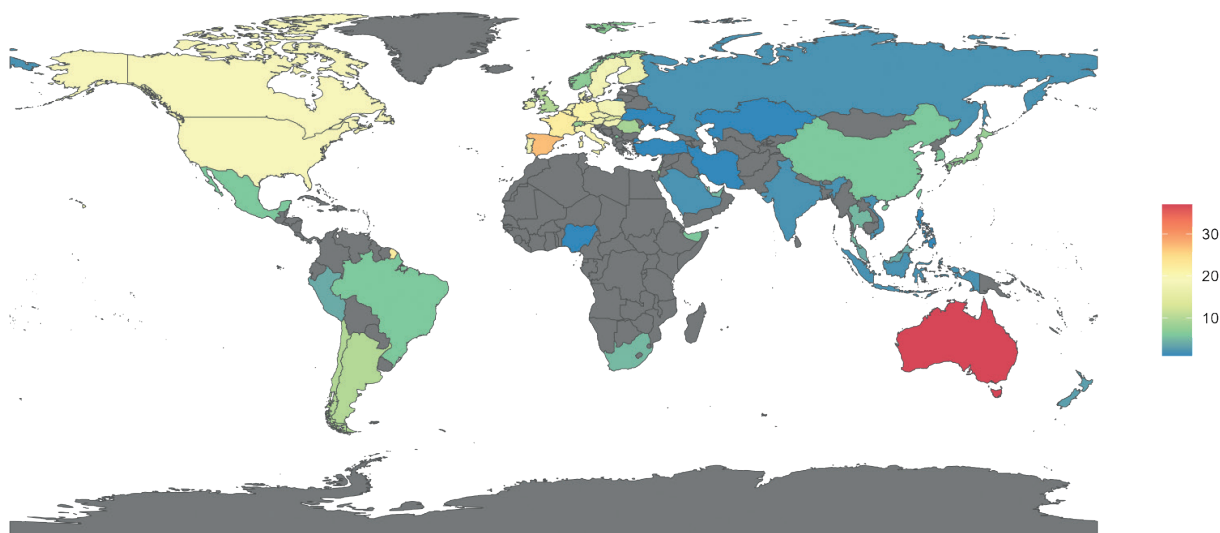
Elaboração dos autores.

TEXTO para DISCUSSÃO

Em relação aos países afetados, a maior parte das medidas são multilaterais e afetam todos os países do mundo (205 MNTs), como mostram a figura 2 e a tabela 3. As medidas bilaterais estão mais direcionadas para Austrália (37), mercados europeus (Espanha, 27; França, 22; Alemanha, 21; Bélgica, 21; e Itália, 20), Estados Unidos (19) e Canadá (19).

FIGURA 2

Países receptores de MNTs de rastreabilidade: total de medidas



Fonte: UNCTAD TRAINS. Disponível em: <https://trainsonline.unctad.org/detailedSearch>. Acesso em: jan. 2023.

Elaboração dos autores.

Obs.: Ilustração cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

TABELA 3

Países receptores de MNTs de rastreabilidade por categoria das medidas

País	A85	A851	A852	A853	A859	B85	B851	B852	B853	B859	Total
Mundo	31	44	18	3	11	32	44	2	5	15	205
Austrália	2	12	2	1	20	-	-	-	-	-	37
Espanha	1	8	3	1	14	-	-	-	-	-	27
França	1	8	-	1	12	-	-	-	-	-	22
Alemanha	-	7	1	1	12	-	-	-	-	-	21
Bélgica	-	6	1	2	12	-	-	-	-	-	21
Itália	-	7	-	1	12	-	-	-	-	-	20

(Continua)

(Continuação)

País	A85	A851	A852	A853	A859	B85	B851	B852	B853	B859	Total
Estados Unidos	2	6	2	1	8	-	-	-	-	-	19
Dinamarca	-	6	-	1	12	-	-	-	-	-	19
Canadá	3	6	1	1	8	-	-	-	-	-	19
Holanda	-	6	-	1	12	-	-	-	-	-	19
República Tcheca	-	4	-	1	13	-	-	-	-	-	18
Suécia	-	5	-	1	12	-	-	-	-	-	18
Polônia	-	5	-	1	12	-	-	-	-	-	18
Portugal	-	5	-	1	12	-	-	-	-	-	18
Hungria	-	5	-	1	12	-	-	-	-	-	18
Finlândia	-	4	-	1	12	-	-	-	-	-	17
Áustria	-	4	-	1	12	-	-	-	-	-	17
Irlanda	-	4	-	1	12	-	-	-	-	-	17
Eslováquia	-	4	-	1	10	-	-	-	-	-	15
Reino Unido	-	5	-	1	4	-	-	-	-	-	10
Argentina	-	4	1	1	4	-	-	-	-	-	10
Chile	-	3	-	1	6	-	-	-	-	-	10
Romênia	-	2	-	1	6	-	-	-	-	-	9
Singapura	-	1	-	1	7	-	-	-	-	-	9
Japão	1	1	-	2	4	-	-	-	-	-	8
Suíça	1	1	1	1	4	-	-	-	-	-	8
Israel	1	1	1	1	4	-	-	-	-	-	8
Noruega	-	-	-	1	6	-	-	-	-	-	7
Taiwan	-	1	-	1	4	-	-	-	-	-	6
México	-	2	1	1	2	-	-	-	-	-	6
	-	-	-	3	3	-	-	-	-	-	6
China	-	2	2	2		-	-	-	-	-	6
Catar	-	2	-	1	3	-	-	-	-	-	6
Brasil	-	1	1	2	2	-	-	-	-	-	6
Coréia do Sul	-	-	-	2	4	-	-	-	-	-	6
Tailândia	-	3	-	1	1	-	-	-	-	-	5
África do Sul	-	1	-	1	3	-	-	-	-	-	5

(Continua)

TEXTO para DISCUSSÃO

(Continuação)

País	A85	A851	A852	A853	A859	B85	B851	B852	B853	B859	Total
Hong Kong	-	-	-	1	4	-	-	-	-	-	5
Emirados Árabes Unidos	-	1	-	1	3	-	-	-	-	-	5
Kuwait	-	-	-	1	3	-	-	-	-	-	4
Peru	-	1	1	1	1	-	-	-	-	-	4
Malásia	-	-	-	1	3	-	-	-	-	-	4
Nova Zelândia	-	1	-	1	1	-	-	-	-	-	3
Arábia Saudita	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	2
Vietnã	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	2
Rússia	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	2
Índia	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	2
Indonésia	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	2
Turquia	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Ucrânia	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
Irã	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
Filipinas	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
Cazaquistão	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
Nigéria	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
Total	43	193	36	64	323	32	44	2	5	15	757

Fonte: UNCTAD TRAINS. Disponível em: <https://trainsonline.unctad.org/detailedSearch>. Acesso em: jan. 2023.

Elaboração dos autores.

Obs.: As informações contidas na tabela indicam o total de MNTs recebidas pelos países, considerando que as informações de países e anos da amostra estão agregadas.

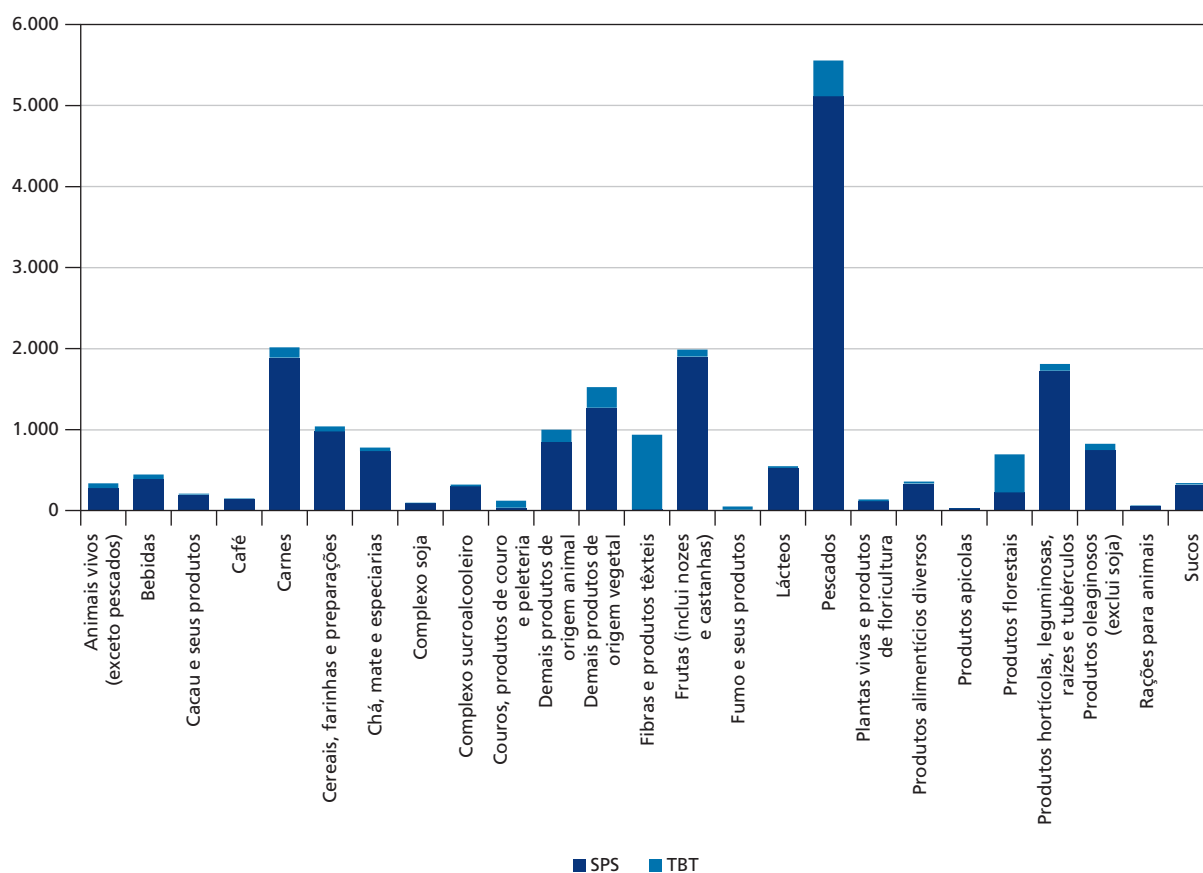
Avançando no mapeamento dos dados, o gráfico 1 mostra a distribuição das SPS e das TBTs referentes à rastreabilidade por setor, desagregando os produtos em cada setor. Ao realizar esse tipo de análise é possível que os setores com maior número de produtos a seis dígitos do sistema harmonizado tenham um maior número de MNTs. Para evitar esse resultado viesado, foi feito um *ranking* de produtos que mais receberam MNTs de rastreabilidade, como mostra o quadro 3. Nesse *ranking*, os produtos que mais aparecem são peixes, carnes e frutas, o que justifica a escolha desses setores para a análise deste estudo. Entre os produtos que mais receberam MNT de rastreabilidade, há destaque para “merluza negra e merluza antártica”, com 54 regulamentações;

“outros peixes, exceto fígados, ovas e sêmen”, com 52 medidas; “bagre”, com 50 medidas; “outros peixes secos, mesmo salgados, mas não defumados”, com 33 medidas; e “extratos e sucos de carnes, de peixes ou de crustáceos ou de outros invertebrados aquáticos”, com 33 regulamentações.

De modo geral, para todos os setores há maior incidência de SPS se comparadas às TBTs, com exceção dos setores de fibras e produtos têxteis e produtos florestais. Esse resultado pode ser justificado pelo fato de esses setores envolverem maior nível de processamento, ocorrendo maior incidência de TBT. Vale lembrar que a rastreabilidade desses bens apresenta relevância nos âmbitos social, ambiental e local, uma vez que possibilita a ampliação da transparência em relação às condições de trabalho associadas aos processos de produção.

GRÁFICO 1

Distribuição de SPS e TBT referentes à rastreabilidade por setor (desagregando produtos)



Fonte: UNCTAD TRAINS. Disponível em: <https://trainsonline.unctad.org/detailedSearch>. Acesso em: jan. 2023.

Elaboração dos autores.

TEXTO para DISCUSSÃO

QUADRO 3

Incidência de MNTs de rastreabilidade nos produtos a seis dígitos do sistema harmonizado

Produto	MNT
Merluza negra e merluza antártica	54
Outros peixes, exceto fígados, ovas e sêmen	52
Bagre	50
Outros peixes secos, mesmo salgados, mas não defumados	33
Extratos e sucos de carnes, de peixes ou de crustáceos ou de outros invertebrados aquáticos	33
Outros peixes, defumados, mesmo em filés	32
Outros peixes salgados e em salmoura, não secos nem defumados	32
Fígados, ovas e sêmen de peixes, secos, defumados, salgados ou em salmoura	32
Filés de outros peixes, não defumado	32
Farinhas, pós e pellets de peixes, para alimentação humana	32
Tomates, frescos ou refrigerados	31
Outros desperdícios comestíveis, de peixes	31
Outras peças de bovino, não desossadas, frescas ou refrigeradas	30
Outras peças de bovino, não desossadas, congeladas	30
Carnes de bovino, desossadas, frescas ou refrigeradas	30
Carnes de bovino, desossadas, congeladas	30
Carcaças e meias carcaças de bovino, frescas ou refrigeradas	30
Carcaças e meias-carcaças de bovino, congeladas	30
Tilápia, bagre, carpa, enguia, defumados (mesmo em filés)	29
Tilápias, bagres, carpas, perca-do-nilo e peixes cabeça-de-serpente, não secos nem defumados, e em salmoura	29
Preparações alimentícias e conservas de fígados de quaisquer animais	29
Outras miudezas comestíveis de bovino, congeladas	29
Outros filés de peixes, frescos ou refrigerados	29
Outras preparações e conservas de peixes	29
Línguas de bovino, congeladas	29
Enchidos e produtos semelhantes de carne, miudezas ou sangue; preparações alimentícias à base de tais produtos	29
Filés de peixes, secos, salgados, em salmoura, não defumados	29
Filés de outros peixes, congelados	29
Fígados de bovino, congelados	29
Carnes de outros animais, comestíveis, salgadas, secas ou defumadas; miudezas, farinhas e pós	29
Atuns-do-sul (<i>Thunnus maccoyii</i>) vivos	29
Atuns do sul, congelados, exceto fígado, ovas, sêmen, ou filés e outras carnes da posição 0304	29

(Continua)

(Continuação)

Produto	MNT
Atuns do sul, frescos ou refrigerados, exceto fígado, ovas, sêmen, ou filés e outras carnes da posição 0304	29
Preparações alimentícias homogeneizadas de carnes, miudezas ou sangue	28
Pedaços e miudezas comestíveis, de galos e galinhas da espécie doméstica, frescos ou refrigerados	28
Preparações e conservas de atuns, bonitos-listrados e bonitos-cachorros, inteiros ou em pedaços, exceto peixes picados	28
Pedaços e miudezas comestíveis de galos e galinhas da espécie doméstica, congelados	28
Peras, frescas	28
Outros peixes vivos	28
Outras carnes de tilápias, bagres, carpas, enguias (congeladas)	28
Miudezas comestíveis de bovino, frescas ou refrigeradas	28
Gelatinas e seus derivados; ictiocola e outras colas de origem animal, exceto cola de caseína	28
Manteiga	28
Limões e limas, frescos ou secos	28
Filé de peixe cabeça-de-serpente, congelado	28
Filés/outras carnes de outros peixes, frescos, refrigerados ou congelados	28
Filés de outros peixes, frescos ou refrigerados	28
Filés de tilápia, bagre, carpa, enguias, fresco ou refrigerado	28
Carnes de galos e galinhas da espécie doméstica, não cortadas em pedaços, frescas ou refrigeradas	28
Carnes de galos e galinhas da espécie doméstica não cortadas em pedaços, congeladas	28
Carnes de outros peixes, exceto filés, mesmo picadas, congeladas	28
Caracóis, exceto os do mar, vivos, frescos, refrigerados, congelados, secos, salgados ou em salmoura	28

Fonte: UNCTAD TRAINS. Disponível em: <https://trainsonline.unctad.org/detailedSearch>. Acesso em: jan. 2023.

Elaboração dos autores.

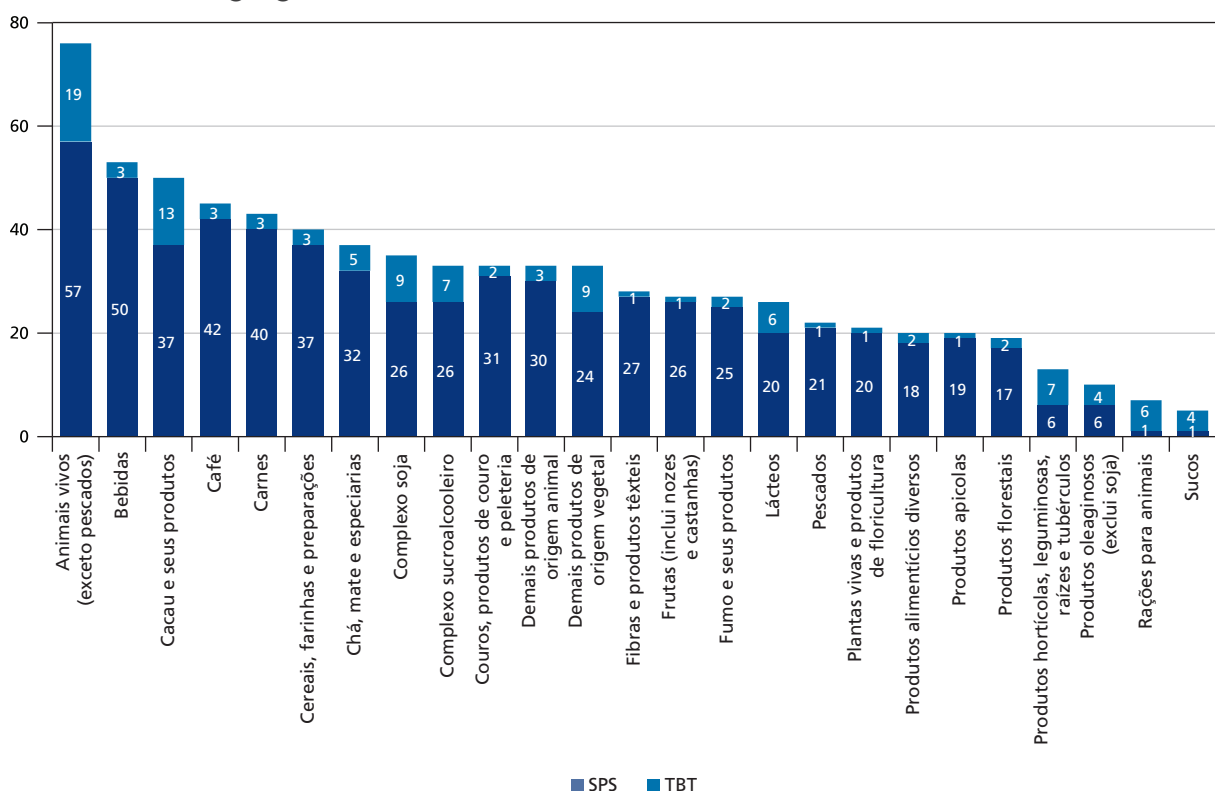
O gráfico 2 indica a distribuição de SPS e TBTs referentes à rastreabilidade considerando as medidas de forma agregada em cada setor. Os setores mais afetados são “animais vivos”, com 57 SPS e 19 TBTs; “bebidas”, totalizando 50 SPS e 3 TBTs; e “cacau e seus produtos”, com 37 SPS e 13 TBTs de rastreabilidade. A rastreabilidade em animais permite melhorar o monitoramento e a resposta a doenças animais ou a um incidente de resíduo químico – aliás, o controle de doenças pode ser a causa principal para o rastreamento animal. Além disso, a incorporação da tecnologia oportuniza minimizar os riscos de segurança e fraude alimentar; assegurar o cumprimento das normas de saúde animal; simplificar os procedimentos de fronteira; facilitar o comércio; e conscientizar o consumidor, haja vista que os dispositivos de identificação permitem

TEXTO para DISCUSSÃO

o acompanhamento do animal desde a sua alimentação até a destinação da carcaça (Britt *et al.*, 2013; Tripoli e Schmidhuber, 2020). A rastreabilidade é crucial para o setor de bebidas, pois serve como medida preventiva contra falsificações e sonegação fiscal, ao mesmo tempo que assegura a qualidade para o consumidor. Dessa forma, é viável examinar todos os elementos, desde os insumos empregados na formulação até o processo de produção. Controles de qualidade e análises de durabilidade do produto são indispensáveis nessa indústria, promovendo a segurança dos itens que chegam aos consumidores.⁶ Com relação ao setor “cacau e seus produtos”, Theodoro (2017) revela que a participação em programas de certificação pode ser um mecanismo que busca garantir a sustentabilidade bem como melhorar a rastreabilidade do setor.

GRÁFICO 2

Distribuição de SPS e TBTs referentes à rastreabilidade por setor considerando a medida agregada ao setor



Fonte: UNCTAD TRAINS. Disponível em: <https://trainsonline.unctad.org/detailedSearch>. Acesso em: jan. 2023.

Elaboração dos autores.

6. Disponível em: <https://afrebras.org.br/noticias/rastreabilidade-na-industria-de-bebidas/>. Acesso em: ago. 2023.

A tabela 4 mostra a ocorrência das medidas de rastreabilidade analisando os subsetores. No setor de carnes, observa-se um maior percentual de aplicação nas categorias “demais carnes, miudezas e preparações”, “carne suína” e “carne bovina”, respectivamente. Para o caso de carnes, alguns exemplos de medidas de rastreabilidade são a identificação individual do animal; o registro detalhado das transferências do animal entre diferentes fazendas; as informações sobre tratamentos veterinários, medicamentos administrados e outras práticas de saúde; o registro de abate e processamento, entre outros. Essas medidas são essenciais para assegurar a procedência do produto, ajudar na prevenção e no controle de doenças, rastrear eventuais problemas sanitários e garantir a conformidade com regulamentações, bem como também pode agregar valor ao produto.

Já no setor de frutas, há uma ênfase nas categorias de “nozes e castanhas”, “cerejas”, “morangos” e “cocos”. Como exemplo de medidas de rastreabilidade para o setor, destacam-se a exigência de etiquetagem e identificação dos lotes de frutas, bem como o registro de informação sobre o local do cultivo, as práticas agrícolas utilizadas (uso de agrotóxicos e fertilizantes), os métodos de colheita e pós-colheita, o controle de transporte e armazenamento, e as análises laboratoriais para verificar a presença de resíduos de agrotóxicos. No que diz respeito ao setor de pescados, a maioria das medidas de rastreabilidade é aplicada no subsetor de “peixes”. A rastreabilidade de peixes é uma ferramenta essencial para combater a pesca ilegal, melhorar a gestão das pescarias, garantir a qualidade do produto e preservar os recursos marinhos.

TABELA 4
Incidência de MNTs nos subsetores
(Em %)¹

Carnes		Frutas		Pescados	
Subsetores		Subsetores		Subsetores	
Carne de frango	7,83	Abacaxis	2,5	Peixes	71,48
Carne bovina	16,81	Outras frutas	19,27	Crustáceos e moluscos	14,5
Carne de ganso	6,5	Damascos	3,76	Preparações e conservas de peixes, crustáceos e moluscos	14,02

(Continua)

TEXTO para DISCUSSÃO

(Continuação)

Carnes		Frutas		Pescados	
Subsetores		Subsetores		Subsetores	
<i>Demais carnes, miudezas e preparações</i>	22,06	Cocos	3,76		
<i>Carne suína</i>	20,84	Bananas	2,5		
Carne de ovino e caprino	11,67	<i>Cerejas</i>	3,98		
Carne de peru	6,5	Conservas e preparações de frutas	11,47		
Carne de pato	6,5	<i>Nozes e castanhas</i>	23,86		
Carne de equídeos	1,3	Outras frutas	16,28		
		<i>Morangos</i>	3,76		
		Peras	2,51		
		Maçãs	2,5		
		Uvas	2,5		
		Limões e limas	1,29		

Fonte: UNCTAD TRAINS. Disponível em: <https://trainsonline.unctad.org/detailedSearch>. Acesso em: jan. 2023.

Elaboração dos autores.

Nota: ¹ Em relação ao setor.

Obs.: Os valores com destaque em itálico representam os subsectores com maiores percentuais.

4.2 Resultados econométricos

Os resultados econométricos são apresentados na tabela 5. A coluna “Todos” mostra os resultados para todos os países da amostra, enquanto as demais colunas, com o nome dos setores acompanhado de “níveis de renda”, mostram as estimativas: para o comércio transversal, com exportações dos países em desenvolvimento para países desenvolvidos (coluna 1); para o comércio horizontal, com comércio dos países em desenvolvimento para os países com mesmo nível de renda (coluna 2); e dos países desenvolvidos para outros desenvolvidos (coluna 3).

TABELA 5
Resultados das estimações

Variáveis	Todos			Agriculto: níveis de renda			Carnes: níveis de renda			Frutas: níveis de renda			Pescados: níveis de renda			
	Agriculto	Carnes	Frutas	Pescados	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
$f\alpha_{ijt}$	-0,182*	-0,399***	0,064	-0,895**	0,318**	-0,378**	-0,655***	0,987*	-0,250	2,246***	0,268	1,259	0,652***	-0,484	-1,298**	-1,580***
	(0,104)	(0,154)	(0,097)	(0,392)	(0,151)	(0,168)	(0,125)	(0,562)	(0,468)	(0,321)	(0,174)	(0,950)	(0,149)	(0,541)	(0,522)	(0,206)
$A85_{b_{ijkt}}$	-0,249	0,024	-0,764	-	-1,252***	-	-0,315	-	-	-0,443*	-	-	-0,285	-	-	-
	(0,223)	(0,242)	(0,485)	-	(0,238)	-	(0,411)	-	-	(0,227)	-	-	(0,719)	-	-	-
$A851_{b_{ijkt}}$	0,292	0,450	-1,215***	0,968***	0,172	0,986***	0,133	1,289***	2,308***	-1,351	0,431	-1,461***	-	-	-	0,973***
	(0,183)	(0,555)	(0,244)	(0,232)	(0,333)	(0,332)	(0,220)	(0,205)	(0,161)	(0,904)	(0,532)	(0,214)	-	-	-	(0,343)
$A852_{b_{ijkt}}$	-1,734***	-	0,304	-	1,548	0,347	-1,347	-	-	-	-	-	2,576***	-	-	-
	(0,650)	-	(0,978)	-	(1,491)	(0,629)	(0,843)	-	-	-	-	-	(0,258)	-	-	-
$A853_{b_{ijkt}}$	-0,160	-	0,957**	-	0,173	-0,063	-1,701***	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	(0,275)	-	(0,456)	-	(0,298)	(0,476)	(0,570)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$A859_{b_{ijkt}}$	1,522***	1,258***	-0,648	-	-1,433	-	0,914	1,769***	-	-	-	-	-2,815***	-	-	-
	(0,417)	(0,236)	(0,991)	-	(1,592)	-	(0,598)	(0,438)	-	-	-	-	(0,281)	-	-	-
$B851_{b_{ijkt}}$	-0,468	-	-	-	-0,070	-0,545	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	(0,319)	-	-	-	(0,414)	(0,403)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$A85_{m_{ikt}}$	-0,008	-0,366	-0,225	0,795***	0,010	-0,307	-0,087	-	-	-0,543	-0,317	0,025	-0,239	1,992***	0,815	0,653**
	(0,085)	(0,402)	(0,262)	(0,248)	(0,158)	(0,315)	(0,083)	-	-	(0,486)	(0,514)	(0,713)	(0,245)	(0,411)	(0,517)	(0,305)
$A851_{m_{ikt}}$	0,105***	0,479	0,072	-0,552**	0,325*	0,205	0,029	-	-	0,600	-1,206*	-0,728*	0,114	-1,124	-2,225***	-0,108
	(0,040)	(0,449)	(0,290)	(0,249)	(0,168)	(0,328)	(0,031)	-	-	(0,439)	(0,685)	(0,399)	(0,276)	(0,911)	(0,829)	(0,256)
$A852_{m_{ikt}}$	0,164	3,789***	-	-0,058	-0,680**	-0,774*	0,062	-	-	3,550***	-	-	-	-1,798***	-0,230	-0,224
	(0,209)	(0,496)	-	(0,298)	(0,324)	(0,467)	(0,239)	-	-	(0,509)	-	-	-	(0,614)	(0,592)	(0,754)
$A853_{m_{ikt}}$	-0,181	-	-	1,129**	-	-	0,165	-	-	-	-	-	-	-	-	0,738
	(0,357)	-	-	(0,559)	-	-	(0,391)	-	-	-	-	-	-	-	-	(0,894)

(Continua)

TEXTO para DISCUSSÃO

(Continuação)

	Todos		Agriculto: níveis de renda		Carnes: níveis de renda		Frutas: níveis de renda		Pescados: níveis de renda							
<i>A859_m_ikt</i>	-0,006 (0,233)	0,342 (0,481)	1,575** (0,701)	-0,686** (0,350)	-0,576 (0,417)	0,434*** (0,115)	-	-0,250 (0,412)	2,336** (0,954)	0,850 (0,561)	-0,893 (1,053)					
<i>B85_m_ikt</i>	0,813** (0,332)	-1,519*** (0,385)	0,309 (0,446)	-0,367 (0,412)	-1,349** (0,596)	0,129 (0,348)	-	-1,681*** (0,413)	-0,053 (0,861)	1,142*** (0,325)	-0,762 (0,852)	-1,787** (0,897)	-1,403*** (0,452)			
<i>B851_m_ikt</i>	0,018 (0,085)	-	-	-0,190 (0,175)	0,572** (0,246)	-0,011 (0,124)	-	-	-	-	-	-	-			
<i>B852_m_ikt</i>	-0,778** (0,308)	-4,922*** (1,077)	-	-1,548*** (0,433)	0,153 (0,402)	-	-	-2,385** (1,105)	-8,116*** (1,197)	-	-	-	-			
<i>B853_m_ikt</i>	-0,979*** (0,209)	-	-	0,398 (0,504)	1,399* (0,750)	-1,008*** (0,254)	-	-	-	-	-	-	-			
<i>B859_m_ikt</i>	-0,016 (0,259)	0,708 (0,527)	0,571* (0,331)	-0,294 (0,208)	-0,020 (0,301)	0,500** (0,215)	-0,529 (0,637)	1,290 (0,784)	-	-	0,328 (0,331)	0,168 (0,618)	0,825* (0,425)			
Constante	8,891*** (0,034)	9,680*** (0,157)	9,146*** (0,133)	8,465*** (0,106)	9,226*** (0,010)	9,882*** (0,023)	9,096*** (0,052)	10,621*** (0,005)	9,652*** (0,242)	9,278*** (0,039)	9,172*** (0,144)	8,236*** (0,072)	8,819*** (0,080)	8,641*** (0,166)		
Observações	16.756.740	593.362	801.878	2.013.326	4.182.780	1.823.076	7.336.212	128.820	44.352	295.526	181.033	86.789	365.064	434.808	214.332	912.051
R ²	0,569	0,685	0,626	0,595	0,627	0,591	0,613	0,783	0,852	0,713	0,658	0,675	0,663	0,637	0,619	0,627
EFs	Sim ¹	Sim ¹	Sim ¹	Sim ¹	Sim ¹	Sim ¹	Sim ¹	Sim ¹	Sim ¹	Sim ¹	Sim ¹	Sim ¹	Sim ¹	Sim ¹	Sim ¹	Sim ¹

Fonte: Resultado da pesquisa.
Elaboração dos autores.

Nota: ¹ Os EFs são de importador-ano, exportador-ano, produto e par de países. Os valores *missings* na variável dependente foram substituídos por zero, indicando a inexistência de comércio bilateral para a combinação par de país, produto, ano.

Obs.: 1. O modelo (1) considera os exportadores em desenvolvimento (renda média baixa e renda média alta) e os importadores desenvolvidos (renda média alta); no modelo (2), os exportadores e importadores são países em desenvolvimento (renda média baixa e renda média alta); e no modelo (3), os exportadores e importadores são países desenvolvidos (alta renda).

2. Os valores entre parênteses referem-se aos erros-padrão robustos agrupados por par de países.

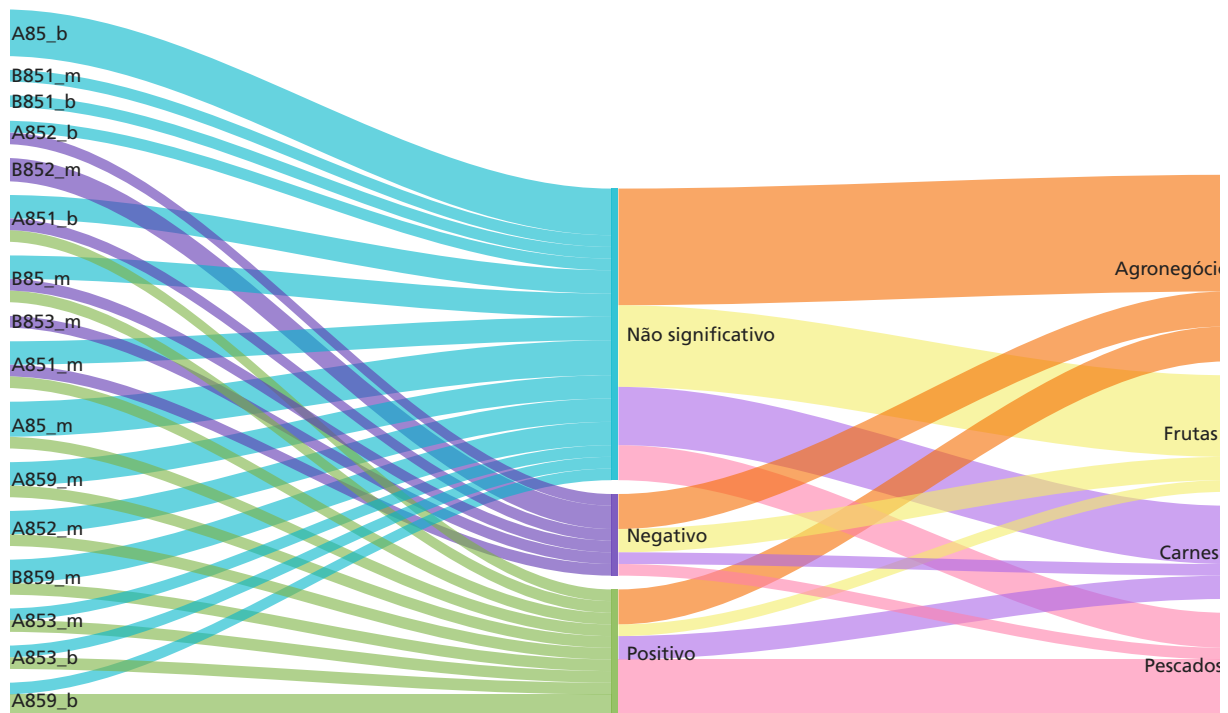
3. Significância: * $p < 0,10$; ** $p < 0,05$; e *** $p < 0,01$.

Para facilitar a análise, as MNTs de rastreabilidade que apresentaram resultados significativos foram destacadas em vermelho para representar efeitos negativos e em azul para representar efeitos positivos. Como as MNTs são aplicadas no nível setorial, as magnitudes e os sinais observados variam entre os setores do agronegócio, frutas, carnes e pescados. O agronegócio, por abranger uma quantidade mais ampla de produtos, apresenta uma diversidade maior de medidas estimadas, principalmente as bilaterais, que são omitidas nos segmentos de frutas e pescados devido à ausência de medidas no período investigado. Além disso, os efeitos diferem entre países desenvolvidos e em desenvolvimento, o que pode ser explicado por algumas razões. Por exemplo, as preferências por padrões de qualidade e segurança alimentar diferem entre os consumidores de diferentes países; as economias desenvolvidas tendem a ter instituições mais fortes para a aplicação e o controle desses padrões, o que pode representar uma dificuldade para os países em desenvolvimento. Além disso, os canais de informação sobre riscos alimentares também variam entre países desenvolvidos e em desenvolvimento (Santeramo e Lamonaca, 2022a).

De fato, observa-se que uma mesma MNT pode ter efeitos positivos para todos os setores e países envolvidos, tais como as medidas $A85_{m_{ikt}}$ e $B859_{m_{ikt}}$; efeitos negativos, a exemplo das medidas $A85_{b_{ijkt}}$ e $B852_{m_{ikt}}$; e efeitos dúbios a depender do setor e do nível de renda dos países envolvidos, como ocorre com a maior parte das medidas. A MNT $A851_{b_{ijkt}}$ é um caso que se associa positivamente com os fluxos comerciais pescados e negativamente para frutas. A figura 3 sintetiza esses efeitos para todos os países da amostra. À esquerda da figura, estão representadas as MNTs utilizadas na análise. À direita, é indicado se cada medida considerada exerceu um efeito positivo, negativo ou não significativo sobre o comércio. Observa-se que uma mesma medida tem efeitos distintos a depender do setor. No geral, observou-se que a maioria das medidas de rastreabilidade não demonstrou significância estatística, o que implica na não confirmação da hipótese inicial do estudo, que sugeria efeitos positivos das MNTs sobre o comércio. Entre as medidas significativas, a maioria das SPS demonstrou efeitos positivos, enquanto a predominância de TBTs exibiu efeitos negativos. No que concerne aos setores específicos, observou-se que pescados e carnes foram os mais propensos a obter resultados positivos. Em contraste, o agronegócio revelou uma distribuição mais equitativa entre efeitos positivos e negativos, enquanto o setor de frutas esteve mais associado a efeitos negativos.

FIGURA 3

Efeitos das MNTs de rastreabilidade para setores: análise para todos os países da amostra, sem distinção do nível de renda



Elaboração dos autores.

Esses efeitos heterogêneos ocorrem devido a diferentes custos de conformidade enfrentados pelos países (Fiankor, Haase e Brummer, 2021; Maskus, Otsuki e Wilson, 2013; Santeramo e Lamonaca, 2022a). Um sinal positivo, por um lado, indica que o exportador aderiu às exigências regulatórias da MNT de rastreabilidade e expandiu as vendas do bem regulamentado. Isso pode ser atribuído à capacidade dos exportadores de fornecer evidências da origem do produto (Nguyen, Pham e Truong, 2022). Devido à redução das assimetrias de informação, o consumidor amplia a demanda pelos bens dos quais consegue identificar a procedência, os materiais utilizados no processo de produção e o caminho percorrido durante toda a cadeia produtiva. Esse efeito é consistente com a literatura (Beghin e Xiong, 2018; Ferro, Otsuki e Wilson, 2015; Fiankor, Curzi e Olper, 2021).

Um efeito negativo, por outro lado, ocorre devido a uma contração das vendas do produto regulamentado, gerada pelo aumento dos custos de conformidade para implementar os requisitos regulatórios. Requisitos rigorosos de segurança alimentar e rastreabilidade causam um novo conjunto de custos de transação que afetam principalmente pequenos produtores, uma vez que enfrentam investimentos de capital inadequados

e infraestrutura pública deficiente (Nguyen, Pham e Truong, 2022). Por sua vez, os exportadores que já implementaram um sistema de rastreabilidade em seus países de origem possuem vantagem competitiva sobre seus concorrentes menos desenvolvidos. Como consequência, as medidas de rastreabilidade podem tanto impulsionar o comércio, ao reduzir custos de transação e falhas de mercado entre o fornecedor e o consumidor, quanto podem prejudicar o comércio se os custos de conformidade não compensarem os ganhos de se adequar às exigências.

Associando o efeito de custo aos resultados encontrados para os países com diferentes níveis de renda, observa-se que o comércio de frutas e de produtos do agronegócio é predominantemente afetado de forma negativa com MNTs de rastreabilidade. É extensa a literatura que associa a dificuldade financeira, técnica e operacional dos países em desenvolvimento ao não cumprimento de requisitos regulatórios dos países desenvolvidos, que tendem a ser mais rigorosos e impor custos mais elevados de conformidade aos exportadores (Disdier *et al.*, 2008; Grant, Peterson e Ramniceanu, 2015; Santeramo e Lamonaca, 2022a). Segundo Melo *et al.* (2014), as SPS (no contexto da rastreabilidade, são aquelas iniciadas com a letra A), são consideradas medidas impeditivas para as exportações de frutas entre países em desenvolvimento. Esse resultado é constatado pela medida $A851_{m_{ikt}}$, na coluna (2) de frutas.

Na análise para todos os países da amostra, não há um padrão nos efeitos entre as medidas bilaterais e as multilaterais, mas no setor do agronegócio as medidas bilaterais têm maior magnitude. No âmbito da rastreabilidade, as MNTs bilaterais são particularmente relevantes na ocasião de surtos de doença no país exportador, por exemplo (Crivelli e Gröeschl, 2016). Embora essas medidas possam ser eficazes devido ao envolvimento de um número menor de países, podem resultar em uma aplicação inconsistente de regulamentos e requisitos divergentes entre os países, criando barreiras comerciais para os produtos agropecuários de forma geral, o que justifica o sinal encontrado para a medida $A852_{b_{ijkt}}$.

Segundo Santeramo e Lamonaca (2022b), as medidas multilaterais podem ter um efeito comercial menor quando os países são signatários de acordos de livre-comércio. No entanto, o efeito da variável fta_{ijt} não apresentou o sinal positivo esperado, no qual países com acordos comerciais tendem a facilitar e ampliar o comércio. Santeramo e Lamonaca (2022b) e Crivelli e Gröeschl (2016) discutem que, no contexto do comércio agrícola, em que os produtos são sensíveis às regulamentações de segurança alimentar e qualidade, os países têm dificuldade para fazer acordos comerciais profundos no que diz respeito ao cumprimento das MNTs técnicas, incluindo as medidas de rastreabilidade.

Nos demais setores, ainda considerando todos os países, sem discriminação do nível de renda, o efeito das medidas multilaterais em valor absoluto é maior do que o das medidas bilaterais. As medidas multilaterais geralmente envolvem um processo de negociação mais abrangente, que inclui vários países e interesses comerciais. Espera-se que essa relação mais ampla promova a troca de informações, experiências e melhores práticas entre os países participantes, facilitando a adoção das regulamentações de rastreabilidade e promovendo um efeito positivo sobre o comércio. Como resultado, medidas multilaterais, como $A852_{m_{ikt}}$, $A853_{m_{ikt}}$ e $A859_{m_{ikt}}$, podem levar a um maior alinhamento nas regulamentações e criar um ambiente comercial mais previsível e harmonizado para setores como carne, frutas e peixes, respectivamente.

No geral, os resultados demonstram que alcançar a rastreabilidade nos processos agroalimentares é um desafio, e seus efeitos podem ser distintos a depender da amostra investigada. No contexto regulatório, os diferentes resultados podem estar associados à diversidade de etapas do processo produtivo, o que requer um engajamento de diversos atores envolvidos nas cadeias de produção. Além disso, as cadeias de abastecimento de alimentos convencionais podem enfrentar problemas de transparência e confiança devido à (falta de) centralização das informações. Os sistemas de rastreabilidade surgem como uma solução para enfrentar esses desafios, possibilitando a rápida identificação de problemas e aprimorando a segurança e a confiança dos consumidores, no entanto, requerem uma política pública que dê suporte aos produtores na adoção da infraestrutura física e tecnológica necessária.

5 CONCLUSÕES

A rastreabilidade tem se mostrado uma ferramenta fundamental para promover a transparência e a segurança no comércio agroalimentar internacional. A capacidade de rastrear o percurso dos alimentos desde a produção até o consumo tem sido um elemento crucial na prevenção e no controle de surtos de doenças animais e pragas vegetais, bem como na identificação rápida da origem de problemas, permitindo a adoção de medidas ágeis para proteger a saúde dos consumidores, dos animais e das plantas. Apesar de sua aplicação inicial na engenharia de qualidade, a rastreabilidade ganhou importância recente no contexto do comércio internacional, com evidências crescentes pela incorporação de requisitos ambientais. Com isso, este trabalho trouxe uma abordagem inédita, avaliando as MNTs relacionadas à rastreabilidade no comércio internacional de produtos do agronegócio.

Os resultados econométricos demonstraram que essas medidas podem ter efeitos heterogêneos sobre os setores e os países envolvidos. Esse resultado corrobora a literatura comercial de que as MNTs devem ser analisadas com parcimônia e os efeitos não devem

ser generalizados entre setores e para os países com diferentes níveis de desenvolvimento, uma vez que as MNTs podem impulsionar o comércio ao reduzirem assimetrias de informação e aumentar a demanda por produtos com rastreabilidade comprovada. Entretanto, também podem gerar efeitos negativos, principalmente para países em desenvolvimento, devido aos custos de conformidade e às dificuldades para atender a regulamentações mais rigorosas. De modo geral, essas conclusões são mantidas por meio dos testes de robustez realizados (tabelas A.2, A.3 e A.4 do apêndice A).

É importante ressaltar que a rastreabilidade pode ser uma ferramenta eficaz para promover práticas mais sustentáveis e seguras no comércio agroalimentar, mas seu impacto sobre o comércio varia conforme o contexto específico. Governos e autoridades públicas precisam encontrar soluções equilibradas que atendam aos interesses públicos, promovendo a eficiência e a competitividade em escala global, e fornecendo infraestrutura logística e tecnológica suficiente para que os produtores possam aderir aos sistemas rastreáveis.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, J. E.; LARCH, M.; YOTOV, Y. V. Transitional growth and trade with frictions: a structural estimation framework. **The Economic Journal**, v. 130, n. 630, p. 1583-1607, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/ej/ueaa020>.

ANDERSON, J. E.; WINCOOP, E. van. 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>.

ANON. Pick a winner for aerospace traceability needs. **Prod. Engineer**, v. 66, p. 22-25, 1987.

ASIOLI, D.; BOECKER, A.; CANAVARI, M. On the linkages between traceability levels and expected and actual traceability costs and benefits in the Italian fishery supply chain. **Food Control**, v. 46, p. 10-17, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.04.048>.

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>.

BALDWIN, R.; TAGLIONI, D. **Gravity for dummies and dummies for gravity equations**. Cambridge, Estados Unidos: NBER, 2006. (Working Paper, n. 12516). Disponível em: <https://doi.org/10.3386/w12516>.

BEGHIN, J.; XIONG, B. Trade and welfare effects of technical regulations and standards. *In*: MELO, J. de; NICITA, A. (Ed.). **Non-tariff measures: economic assessment and policy options for development**. United Nations Conference on Trade and Development, 2018. v. 1, p. 159-194.

BRITT, A. G. *et al.* Linking live animals and products: traceability. **Revue Scientifique et Technique (International Office of Epizootics)**, v. 32, n. 2, p. 571-582, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.20506/RST.32.2.2238>.

CARNEIRO, F. L. *et al.* **As medidas não tarifárias constituem barreiras ao comércio? Uma abordagem global e multissetorial**. Brasília: Ipea, 2022. (Texto para Discussão, n. 2775). Disponível em: <https://doi.org/10.38116/td2775>.

CORREIA, S.; GUIMARÃES, P.; ZYLKIN, T. Fast Poisson estimation with high-dimensional fixed effects. **The Stata Journal: Promoting Communications on Statistics and Stata**, v. 20, n. 1, p. 95-115, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/1536867X20909691>.

CRIVELLI, P.; GROESCHL, J. The impact of sanitary and phytosanitary measures on market entry and trade flows. **The World Economy**, v. 39, n. 3, p. 444-473, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/twec.12283>.

D'AMICO, P. *et al.* Seafood traceability issues in Chinese food business activities in the light of the European provisions. **Food Control**, v. 35, n. 1, p. 7-13, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.06.029>.

DISDIER, A.-C.; MARETTE, S. The combination of gravity and welfare approaches for evaluating nontariff measures. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 92, n. 3, p. 713-726, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/ajae/aaq026>.

DISDIER, A.-C. *et al.* **Trade effects of SPS and TBT measures on tropical and diversification products**. 2008. Disponível em: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01186922>.

FERRO, E.; OTSUKI, T.; WILSON, J. S. The effect of product standards on agricultural exports. **Food Policy**, v. 50, n. 68-79, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2014.10.016>.

FIANKOR, D. D. D.; CURZI, D.; OLPER, A. Trade, price and quality upgrading effects of agri-food standards. **European Review of Agricultural Economics**, v. 48, n. 4, p. 835-877, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/erae/jbaa026>.

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>.

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>.

GUPTA, N. *et al.* Evaluating traceability technology adoption in food supply chain: a game theoretic approach. **Sustainability**, v. 15, n. 2, p. 898, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su15020898>.

HELPMAN, E.; MELITZ, M.; RUBINSTEIN, Y. Estimating trade flows: trading partners and trading volumes. **Quarterly Journal of Economics**, v. 123, n. 2, p. 441-487, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1162/qjec.2008.123.2.441>.

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>.

MEDIN, H. Firms' export decisions – fixed trade costs and the size of the export market. **Journal of International Economics**, v. 61, n. 1, p. 225-241, 2003. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0022-1996\(02\)00076-4](https://doi.org/10.1016/S0022-1996(02)00076-4).

MELITZ, M. J. The impact of trade on intra-industry reallocations and aggregate industry productivity. **Econometrica**, v. 71, n. 6, p. 1695-1725, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/1468-0262.00467>.

MELO, J. de; NICITA, A. Non-tariff measures: economic assessment and policy options for development. *In*: MELO, J. de; NICITA, A. (Ed.). **Non-tariff measures: economic assessment and policy options for development**. 2018. v. 1, p. 1-13.

MELO, J. de; SHEPHERD, B. **The economics of non-tariff measures: a primer**. França: FERDI, 2018. (FERDI Working Paper, n. P212). Disponível em: <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/269493/1/ferdi-wp212.pdf>.

MELO, O. *et al.* Do Sanitary, phytosanitary, and quality-related standards affect international trade? Evidence from Chilean fruit exports. **World Development**, v. 54, p. 350-359, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2013.10.005>.

MIRAGLIA, M. *et al.* Detection and traceability of genetically modified organisms in the food production chain. **Food and Chemical Toxicology**, v. 42, n. 7, p. 1157-1180, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2004.02.018>.

MOE, T. Perspectives on traceability in food manufacture. **Trends in Food Science & Technology**, v. 9, n. 5, p. 211-214, 1998. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(98\)00037-5](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(98)00037-5).

MURINA, M.; NICITA, A. Trading with conditions: the effect of sanitary and phytosanitary measures on the agricultural exports from low-income countries. **The World Economy**, v. 40, n. 1, p. 168-181, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/TWEC.12368>.

NAVARETTI, G. B. *et al.* **Non-tariff measures and competitiveness**. Itália: Centro Studi Luca D'agliano, 2018. (Working Paper, n. 438). Disponível em: <https://doi.org/10.2139/ssrn.3285104>.

NGUYEN, A. L. T.; PHAM, T. L.; TRUONG, X. V. K. Determinants of the world's rice trade: the role of trade costs. **The Journal of Asian Finance, Economics and Business**, v. 9, n. 5, p. 313-324, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.13106/jafeb.2022.vol9.no5.0313>.

OLIVEIRA, D. M. S. *et al.* Is the expansion of sugarcane over pasturelands a sustainable strategy for Brazil's bioenergy industry? **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 102, p. 346-355, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.12.012>.

OLIVERO, M. P.; YOTOV, Y. V. Dynamic gravity: endogenous country size and asset accumulation. **Canadian Journal of Economics/Revue Canadienne d'économique**, v. 45, n. 1, p. 64-92, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1540-5982.2011.01687.x>.

OLSEN, P.; BORIT, M. How to define traceability. **Trends in Food Science & Technology**, v. 29, n. 2, p. 142-150, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2012.10.003>.

OPARA, L. U. Traceability in agriculture and food supply chain: a review of basic concepts, technological implications, and future prospects. **Food, Agriculture and Environment**, v. 1, p. 101-106, 2003.

PARLIAMENT adopts new law to fight global deforestation. **News European Parliament**, 19 abr. 2023. Disponível em: <https://www.europarl.europa.eu/news/en/press-room/20230414IPR80129/parliament-adopts-new-law-to-fight-global-deforestation>.

PECI, J.; SANJUÁN, A. I. The dual trade impact of non-tariff measures: an empirical assessment of China's pork imports. **European Review of Agricultural Economics**, v. 47, n. 5, p. 1716-1739, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/erae/jbaa005>.

PENG, Y. *et al.* The effects of food safety issues released by we media on consumers' awareness and purchasing behavior: a case study in China. **Food Policy**, v. 51, p. 44-52, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2014.12.010>.

PUGH, N. R. Principles of product traceability. *In*: SEARS, R. C. L. (Ed.). **Product liability prevention conference**. 3. ed. American Society Quality Control, 1974. v. 7, p. 65-69.

QIAN, J. *et al.* Food traceability system from governmental, corporate, and consumer perspectives in the European Union and China: a comparative review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 99, p. 402-412, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.03.025>.

SALAH, K. *et al.* Blockchain-Based Soybean Traceability in Agricultural Supply Chain. **IEEE Access**, v. 7, 73295-73305, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2918000>.

SANTERAMO, F. G.; LAMONACA, E. On the trade effects of bilateral SPS measures in developed and developing countries. **The World Economy**, v. 45, n. 10, 2022a. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/TWEC.13256>.

SANTERAMO, F. G.; LAMONACA, E. Standards and regulatory cooperation in regional trade agreements: what the effects on trade? **Applied Economic Perspectives and Policy**, v. 44, n. 4, 2022b. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/AEPP.13276>.

SCHROEDER, T. C.; TONSOR, G. T. International cattle ID and traceability: competitive implications for the US. **Food Policy**, v. 37, n. 1, p. 31-40, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2011.10.005>.

SHANG, X.; TONSOR, G. T. Sanitary and phytosanitary regulations and international red meat trade. **British Food Journal**, v. 121, n. 10, p. 2309-2321, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/BFJ-10-2018-0663>.

SHINGAL, A.; EHRICH, M.; FOLETTI, L. Re-estimating the effect of heterogeneous standards on trade: endogeneity matters. **World Economy**, p. 756-787, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/twec.13015>.

THARATIPYAKUL, A.; PONGNUMKUL, S. User Interface of Blockchain-Based Agri-Food Traceability Applications: a review. **IEEE Access**, v. 9, p. 82909-82929, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3085982>.

TRAORÉ, O. Z.; TAMINI, L. D. African trade of mangoes to OECD countries: disentangling the effects of compliance with maximum residue limits on production, export supply and import demand. **European Review of Agricultural Economics**, v. 49, n. 2, p. 1-50, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/erae/jbab016>.

TRIPOLI, M.; SCHMIDHUBER, J. Optimising traceability in trade for live animals and animal products with digital technologies. **Revue Scientifique et Technique (International Office of Epizootics)**, v. 39, n. 1, p. 235-244, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.20506/rst.39.1.3076>.

UNCTAD – UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT. **The unseen impact of non-tariff measures**: insights from a new database. Genebra: United Nations, 2018. Disponível em: <https://unctad.org/publication/unseen-impact-non-tariff-measures-insights-new-database>.

UNCTAD – UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT. **International classification of non-tariff measures**: 2019 version. Genebra: United Nations, 2019.

UNECE – UNITED NATIONS ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE. **Traceability for sustainable trade**: a framework to design traceability systems for cross border trade. Nova York; Genebra: United Nations, 2016.

VINHOLIS, M. de M. B.; AZEVEDO, P. F. de. Segurança do alimento e rastreabilidade: o caso BSE. **RAE Eletrônica**, v. 1, n. 2, p. 2-19, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1676-56482002000200008>.

WALL, H. J.; CHENG, I.-H. Controlling for heterogeneity in gravity models of trade. **SSRN Electronic Journal**, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.2139/ssrn.234349>.

WINCHESTER, N. *et al.* The impact of regulatory heterogeneity on agri-food trade. **The World Economy**, v. 35, n. 8, p. 973-993, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1467-9701.2012.01457.x>.

XIONG, B.; BEGHIN, J. Disentangling demand-enhancing and trade-cost effects of maximum residue regulations. **Economic Inquiry**, v. 52, n. 3, p. 1190-1203, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/ecin.12082>.

YOTOV, Y. V. *et al.* **An advanced guide to trade policy analysis**: the structural gravity model. World Trade Organization, 2016.

YU, Z. *et al.* Smart traceability for food safety. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 62, n. 4, p. 905-916, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1830262>.

ZHAO, G. *et al.* Blockchain technology in agri-food value chain management: A synthesis of applications, challenges and future research directions. **Computers in Industry**, v. 109, p. 83-99, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.compind.2019.04.002>.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

SHINGAL, A.; EHRICH, M. **The effect of standards harmonization on trade, prices and quality**: evidence from EU pesticides MRLs. 2022. Disponível em: http://apeda.in/apedahindi/Databank/NTBs_March_08.pdf.

APÊNDICE A

QUADRO A.1**Países incluídos na amostra**

A.1.1 – Países exportadores

África do Sul	Canadá	Espanha	Índia	Malásia	Reino Unido	Tailândia
Alemanha	Catar	Estados Unidos	Indonésia	México	República Eslovaca	Taiwan
Arábia Saudita	Cazaquistão	Filipinas	Irã	Nigéria	República Tcheca	Turquia
Argentina	Chile	Finlândia	Irlanda	Noruega	Romênia	Ucrânia
Austrália	China	França	Israel	Nova Zelândia	Rússia	Vietnã
Áustria	Coreia do Sul	Holanda	Itália	Peru	Singapura	-
Bélgica	Dinamarca	Hong Kong	Japão	Polônia	Suécia	-
Brasil	Emirados Árabes	Hungria	Kwait	Portugal	Suíça	-

A.1.2 – Países importadores

África do Sul	Canadá	Eslovênia	Hong Kong	Líbano	Peru	Singapura
Alemanha	Chile	Espanha	Hungria	Malásia	Polônia	Suécia
Arábia Saudita	China	Estados Unidos	Índia	Marrocos	Portugal	Suíça
Argentina	Colômbia	Filipinas	Indonésia	México	Reino Unido	Tailândia
Austrália	Coreia do Sul	Finlândia	Irlanda	Nigéria	República Eslovaca	Taiwan
Áustria	Dinamarca	França	Israel	Noruega	República Tcheca	Turquia
Bélgica	Egito	Grécia	Itália	Nova Zelândia	Romênia	Ucrânia
Brasil	Emirados Árabes	Holanda	Japão	Paquistão	Rússia	Vietnã

Elaboração dos autores.

TEXTO para DISCUSSÃO

TABELA A.1
Incidência de MNTs de rastreabilidade por setores

Setores	A85		A851		A852		A853		A859		B85		B851		B852		B853		B859		Contagem total
	Contagem	Participação (%)	Contagem	Participação (%)	Contagem	Participação (%)	Contagem	Participação (%)	Contagem	Participação (%)	Contagem	Participação (%)	Contagem	Participação (%)	Contagem	Participação (%)	Contagem	Participação (%)	Contagem	Participação (%)	
Animais vivos (exceto pescados)	17	5	184	55	24	7	13	4	41	12	-	0	-	0	-	0	-	0	57	17	336
Bebidas	86	19	109	24	124	28	32	7	40	9	23	5	-	0	1	0	-	0	31	7	447
Cacau e seus produtos	38	18	64	31	62	30	16	8	18	9	-	0	-	0	-	0	-	0	11	5	209
Café	28	19	42	28	47	31	7	5	19	13	-	0	-	0	-	0	-	0	7	5	150
Carnes	323	16	868	43	459	23	76	4	162	8	3	0	-	0	-	0	-	0	125	6	2.016
Cereais, farinhas e preparações	181	17	327	31	318	31	63	6	89	9	-	0	-	0	-	0	-	0	63	6	1.041
Chá, mate e especiarias	144	19	214	28	241	31	35	5	100	13	8	1	-	0	-	0	-	0	35	5	777
Complexo soja	19	19	28	29	28	29	5	5	10	10	3	3	-	0	-	0	-	0	5	5	98
Complexo sucoalcooleiro	65	20	94	29	94	29	16	5	30	9	3	1	-	0	-	0	2	1	19	6	323
Couros, produtos de couro e peleteria	-	0	37	30	-	0	-	0	-	0	23	19	11	9	-	0	-	0	53	43	124
Demais produtos de origem animal	143	14	364	36	222	22	39	4	78	8	50	5	-	0	-	0	4	0	100	10	1.000
Demais produtos de origem vegetal	236	15	396	26	404	27	77	5	157	10	85	6	4	0	20	1	8	1	137	9	1.524
Fibras e produtos têxteis	-	0	6	1	9	1	-	0	-	0	122	13	-	0	-	0	-	0	801	85	938
Frutas (inclui nozes e castanhas)	395	20	565	28	629	32	85	4	227	11	5	0	0	0	1	0	-	0	82	4	1.989
Fumo e seus produtos	-	0	10	19	-	0	-	0	-	0	7	13	10	19	-	0	14	27	11	21	52

(Continua)

(Continuação)

Setores	A85		A851		A852		A853		A859		B85		B851		B852		B853		B859		Contagem total	
	Contagem	Participação (%)	Contagem	Participação (%)	Contagem	Participação (%)	Contagem	Participação (%)	Contagem	Participação (%)	Contagem	Participação (%)	Contagem	Participação (%)	Contagem	Participação (%)	Contagem	Participação (%)	Contagem	Participação (%)		
Lácteos	84	15	210	38	148	27	4	21	4	63	12	-	0	-	0	-	0	-	0	21	4	547
Pescados	854	15	2.125	38	1.292	23	209	4	635	11	29	1	-	0	-	0	-	0	411	7	5.555	
Plantas vivas e produtos de floricultura	22	16	54	39	18	13	15	11	6	4	-	0	-	0	-	0	-	0	23	17	138	
Produtos alimentícios diversos	72	20	100	28	104	29	21	6	36	10	6	2	-	0	-	0	2	1	19	5	360	
Produtos apícolas	4	15	10	37	7	26	1	4	4	15	-	0	-	0	-	0	-	0	1	4	27	
Produtos florestais	76	11	137	20	12	2	-	0	1	0	66	10	83	12	-	0	-	0	319	46	694	
Produtos hortícolas, leguminosas, raízes e tubérculos	305	17	574	32	569	31	80	4	199	11	1	0	-	0	-	0	-	0	81	4	1.809	
Produtos oleaginosos (exclui soja)	143	17	245	30	233	28	46	6	80	10	31	4	-	0	4	0	-	0	44	5	826	
Rações para animais	6	10	22	35	16	26	6	10	6	10	-	0	-	0	-	0	-	0	6	10	62	
Sucos	68	20	102	30	102	30	17	5	34	10	-	0	-	0	-	0	-	0	17	5	340	
Total geral	3.309	15	6.887	32	5.162	24	880	4	2.035	10	465	2	108	1	26	0	31	0	2.479	12	21.382	

Fonte: Resultados da pesquisa.

Elaboração dos autores.

Obs.: 1. MNTs – medidas não tarifárias.

2. A participação percentual dá-se em relação ao total de MNTs.

TABELA A.2
Resultados dos testes de robustez

Nomear variáveis	Todos os anos da amostra (2012 a 2021)				Intervalo temporal – cinco anos			
	Agronegócio	Carnes	Frutas	Pescados	Agronegócio	Carnes	Frutas	Pescados
fta_{ijt}	0,132** (0,067)	-0,074 (0,146)	0,055 (0,082)	-0,278 (0,419)	-0,251* (0,128)	-1,095*** (0,223)	0,277*** (0,105)	-0,991** (0,433)
$A85_{bijkt}$	-0,295 (0,223)	0,072 (0,223)	-0,812 (0,522)	-	-0,286 (0,224)	0,119 (0,236)	-0,847 (0,526)	-
$A851_{bijkt}$	0,364** (0,184)	0,535 (0,466)	-1,553*** (0,194)	0,14 (0,328)	0,376* (0,205)	0,577 (0,641)	-0,701*** (0,177)	-
$A852_{bijkt}$	-1,829*** (0,644)	-	0,348 (0,888)	-	-1,878*** (0,685)	-	0,28 (0,847)	-
$A853_{bijkt}$	-0,196 (0,263)	-	0,798 (0,504)	-	-0,2 (0,278)	-	1,199** (0,480)	-
$A859_{bijkt}$	1,624*** (0,428)	0,971*** (0,206)	-0,687 (0,899)	-	1,455*** (0,448)	1,595*** (0,284)	-0,645 (0,859)	-
$B851_{bijkt}$	-0,488 (0,311)	-	-	-	-0,814*** (0,301)	-	-	-
$A85_{mikt}$	0,023 (0,088)	-0,394 (0,402)	-0,284 (0,298)	0,774*** (0,251)	-0,089 (0,087)	-0,44 (0,379)	-0,365 (0,332)	0,848*** (0,275)
$A851_{mikt}$	0,098*** (0,029)	0,48 (0,448)	0,145 (0,267)	-0,765*** (0,294)	0,084** (0,036)	0,501 (0,449)	0,074 (0,306)	-0,525* (0,281)
$A852_{mikt}$	0,146 (0,193)	3,475*** (0,494)	-	0,499 (0,446)	0,142 (0,234)	3,660*** (0,536)	-	-0,277 (0,343)
$A853_{mikt}$	-0,079 (0,347)	-	-	0,816 (0,614)	-0,058 (0,346)	-	-	1,048* (0,607)
$A859_{mikt}$	0,007 (0,240)	-	-0,041 (0,540)	1,502** (0,650)	-0,084 (0,243)	-	-0,341 (0,527)	1,521** (0,675)
$B85_{mikt}$	0,815** (0,322)	-1,583*** (0,397)	0,139 (0,396)	-0,294 (0,422)	0,720** (0,315)	-1,590*** (0,386)	0,163 (0,513)	-0,372 (0,432)
$B851_{mikt}$	0,025 (0,092)	-	-	-	-0,014 (0,086)	-	-	-
$B852_{mikt}$	-0,710** (0,311)	-	-5,540*** (1,028)	-	-0,689** (0,286)	-	-	-

(Continua)

(Continuação)

Nomear variáveis	Todos os anos da amostra (2012 a 2021)				Intervalo temporal – cinco anos			
	Agronegócio	Carnes	Frutas	Pescados	Agronegócio	Carnes	Frutas	Pescados
<i>B853_m_{ikt}</i>	-1,030*** (0,205)	-	-	-	-1,075*** (0,231)	-	-	-
<i>B859_m_{ikt}</i>	0,072 (0,257)	0,273 (0,511)	-	0,583* (0,329)	0,27 (0,239)	0,649 (0,528)	-	0,605* (0,334)
<i>Constante</i>	8,814*** (0,035)	9,758*** (0,174)	9,148*** (0,159)	8,279*** (0,123)	8,956*** (0,042)	9,764*** (0,191)	9,361*** (0,197)	8,597*** (0,126)
Observações	42,771,196	1,622,005	2,090,918	5,308,254	8,875,672	289,905	415,353	1,009,448
R ²	0,567	0,691	0,626	0,597	0,572	0,692	0,629	0,601
EFs	Sim ¹	Sim ¹	Sim ¹	Sim ¹	Sim ¹	Sim ¹	Sim ¹	Sim ¹

Fonte: Resultado da pesquisa.

Elaboração dos autores.

Notas: ¹ Os efeitos fixos (EFs) são de importador-ano, exportador-ano, produto e par de países. Os valores *missings* na variável dependente foram substituídos por zero indicando a inexistência de comércio bilateral para a combinação par de país, produto, ano. Os resultados significativos foram destacados em vermelho para representar efeitos negativos e em azul para representar efeitos positivos

Obs.: 1. Os valores entre parênteses referem-se aos erros-padrão robustos agrupados por par de países.

2. Significância: * $p < 0,10$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$.

TABELA A.3
Resultados do teste de robustez – variáveis gravitacionais

Nomear variáveis	Todos			Agricultura: níveis de renda			Carnes: níveis de renda			Frutas: níveis de renda			Pescados: níveis de renda		
	Agricultura	Carnes	Pescados	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
$f\alpha_{ijt}$	0,259*** (0,113)	0,711 (0,495)	0,510** (0,228)	0,261 (0,199)	0,040 (0,511)	0,193 (0,226)	-0,020 (0,230)	-0,666 (0,633)	0,598 (0,690)	-1,022** (0,412)	0,677* (0,407)	1,223*** (0,288)	1,186*** (0,369)	0,359 (0,454)	-0,272 (0,230)
$Front_{i,j}$	0,939*** (0,116)	1,220*** (0,183)	0,547*** (0,191)	0,831*** (0,224)	0,500** (0,221)	-0,280 (0,207)	0,885*** (0,093)	1,255*** (0,292)	0,415 (0,185)	0,920*** (0,151)	-1,377*** (0,295)	0,731*** (0,151)	-0,093 (0,305)	0,880* (0,487)	0,593** (0,247)
$Idiomai_j$	-0,089 (0,132)	-0,002 (0,301)	-0,239 (0,194)	0,128 (0,282)	-0,325 (0,320)	0,780*** (0,204)	0,113 (0,111)	-1,082*** (0,369)	1,112** (0,443)	0,309 (0,312)	-0,004 (0,542)	1,134*** (0,200)	0,530 (1,340)	0,220 (0,402)	0,386 (0,319)
$Colonit_{i,j}$	0,626* (0,343)	1,032 (0,922)	0,936** (0,470)	0,099 (0,435)	-	0,758*** (0,271)	-0,504 (0,380)	-	-1,200 (1,167)	1,341 (0,892)	-	-0,271 (0,586)	-	-0,808 (0,525)	-0,732 (0,546)
$Dist_{i,j}$	-0,644*** (0,041)	-0,794*** (0,092)	-0,972*** (0,071)	-0,655*** (0,072)	-1,033*** (0,101)	-0,874*** (0,112)	-0,805*** (0,040)	-0,009 (0,206)	-1,714*** (0,206)	-0,884*** (0,098)	-0,901*** (0,216)	-1,034*** (0,080)	-0,796*** (0,224)	-0,337 (0,241)	-1,053*** (0,096)
$A85_{b_{ijkt}}$	-0,311 (0,265)	0,230 (0,427)	-1,259*** (0,419)	-	-1,169*** (0,315)	-	-0,370 (0,420)	-	-	-0,793** (0,374)	-	-0,366 (0,674)	-	-	-
$A851_{b_{ijkt}}$	0,582** (0,279)	1,542*** (0,336)	-1,775*** (0,304)	2,110*** (0,762)	0,275 (0,347)	1,002*** (0,373)	0,731*** (0,256)	1,274*** (0,341)	2,096*** (0,383)	1,245** (0,509)	-	0,367 (0,834)	-1,536*** (0,342)	-	2,969*** (0,661)
$A852_{b_{ijkt}}$	-0,731** (0,560)	-	0,621 (0,446)	-	1,853 (1,394)	-1,580** (0,647)	-0,817 (0,770)	-	-	-	-	0,794 (0,499)	-	-	-
$A853_{b_{ijkt}}$	-0,201 (0,307)	-	0,874** (0,437)	-	0,187 (0,354)	-0,812** (0,384)	-2,080** (0,873)	-	-	-	-	-	-	-	-
$A859_{b_{ijkt}}$	1,359** (0,463)	1,921*** (0,561)	0,035 (0,616)	-	-1,485 (1,530)	0,816 (0,611)	0,808 (0,710)	-	-	-	-	-0,139 (0,735)	-	-	-
$B851_{b_{ijkt}}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$A85_{m_{ikt}}$	0,023 (,110)	-0,142 (0,454)	-0,258 (0,276)	0,836*** (0,276)	0,326* (0,190)	0,190 (0,518)	-0,112 (0,105)	-	-	-0,055 (0,411)	-0,336 (0,636)	-0,203 (0,278)	2,186*** (0,462)	1,072 (0,767)	0,582* (0,328)
$A851_{m_{ikt}}$	0,086* (0,051)	0,442 (0,464)	0,094 (0,315)	-0,558* (0,302)	0,421** (0,197)	0,496* (0,296)	0,054 (0,042)	-	-	0,716 (0,479)	-1,631 (1,560)	-1,499* (0,774)	0,418 (0,267)	-3,468*** (1,155)	0,059 (0,276)
$A852_{m_{ikt}}$	0,183 (0,238)	3,697*** (0,511)	-	-0,201 (0,323)	-1,557*** (0,255)	-0,668 (0,439)	0,041 (0,234)	-	-	3,519*** (0,572)	-	-	-	-0,150 (0,600)	-0,348 (0,678)

(Continua)

(Continuação)

Nomear variáveis	Todos			Agriculto: níveis de renda			Carnes: níveis de renda			Frutas: níveis de renda			Pescados: níveis de renda			
	Agriculto	Carnes	Frutas	Pescados	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
$A853_{itikt}$	-0,151 (0,405)	-	-	1,427** (0,653)	-	-	0,168 (0,349)	-	-	-	-	-	-	-	-	1,351 (0,915)
$A859_{itikt}$	0,028 (0,281)	-	0,261 (0,514)	1,722** (0,751)	-	-0,429 (0,351)	0,295** (0,128)	-	-	-	-	-	-0,137 (0,434)	-	1,701** (0,773)	-0,824 (1,046)
$B85_{itikt}$	0,802** (0,333)	-1,366*** (0,402)	-	-0,551 (0,563)	0,018 (0,295)	-0,306 (0,571)	0,265 (0,380)	-	-	-1,538*** (0,426)	-	-	-	-	-	-1,278** (0,539)
$B851_{itikt}$	0,743 (0,399)	-	-	-	0,056 (0,233)	0,855*** (0,321)	-0,071 (0,153)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$B852_{itikt}$	-0,776** (0,325)	-	-3,120*** (0,804)	-	-1,643*** (0,515)	0,100 (0,453)	-	-	-	-	-	-	-2,545** (1,129)	-3,368** (1,343)	-	-
$B853_{itikt}$	-0,959*** (0,299)	-	-	-	0,653 (0,531)	0,884 (1,007)	-0,982*** (0,313)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$B859_{itikt}$	0,061 (0,319)	-	-	1,667*** (0,523)	-	-	0,258 (0,265)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,894** (0,432)
<i>Constante</i>	8,128*** (0,052)	15,396*** (0,796)	16,727*** (0,614)	13,068*** (0,632)	18,671*** (0,898)	17,537*** (1,029)	14,426*** (0,312)	25,673*** (1,837)	11,952*** (2,309)	15,420*** (0,782)	16,977*** (1,988)	28,086*** (1,403)	16,664*** (0,619)	15,386*** (1,917)	10,903*** (2,267)	16,018*** (0,829)
Observações	17.836.780	662.739	705.774	1.867.719	2.274.840	1.853.390	7.536.100	95.630	77.319	357.357	116.328	93.125	383.350	293.180	229.482	1.014.475
R ²	0,542	0,626	0,574	0,541	0,584	0,619	0,653	0,649	0,864	0,792	0,678	0,674	0,683	0,592	0,606	0,625
EFs	Sim'	Sim'	Sim'	Sim'	Sim'	Sim'	Sim'	Sim'	Sim'	Sim'	Sim'	Sim'	Sim'	Sim'	Sim'	Sim'

Fonte: Resultado da pesquisa.

Elaboração dos autores.

Notas: ¹ Os EFs são de importador-ano, exportador-ano, produto. Os efeitos fixos de pares de países foram retirados ao incluir as variáveis gravitacionais invariantes no tempo. Os valores *missings* na variável dependente foram substituídos por zero indicando a inexistência de comércio bilateral para a combinação par de país, produto, ano. Os resultados significativos foram destacados em vermelho para representar efeitos negativos e em azul para representar efeitos positivos.

Obs.: 1. Os valores entre parênteses referem-se aos erros-padrão robustos agrupados por par de países.

2. Significância: * $p < 0,10$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$.

TABELA A.4

Resultado do teste de robustez – estimação com medidas bilaterais e multilaterais separadamente

Nomear variáveis	Apenas MNTs de rastreabilidade bilaterais				Apenas MNTs de rastreabilidade multilaterais			
	Agronegócio	Carnes	Frutas	Pescados	Agronegócio	Carnes	Frutas	Pescados
fta_{ijt}	-0,182* (0,104)	-0,399*** (0,154)	0,064 (0,097)	-0,895** (0,392)	-0,181* (0,104)	-0,399*** (0,154)	0,066 (0,097)	-0,895** (0,392)
$A85_{bijkt}$	-0,495** (0,209)	0,026 (0,242)	-0,766 (0,486)	-	-	-	-	-
$A851_{bijkt}$	0,310* (0,175)	0,451 (0,555)	-1,212*** (0,244)	0,935*** (0,230)	-	-	-	-
$A852_{bijkt}$	-1,471** (0,625)	-	0,301 (0,969)	-	-	-	-	-
$A853_{bijkt}$	-0,161 (0,276)	-	0,961** (0,455)	-	-	-	-	-
$A859_{bijkt}$	1,220*** (0,464)	1,258*** (0,236)	-0,646 (0,983)	-	-	-	-	-
$B851_{bijkt}$	-0,528** (0,221)	-	-	-	-	-	-	-
$A85_{mikt}$	-	-	-	-	-0,006 (0,085)	-0,367 (0,402)	-0,235 (0,262)	0,795*** (0,248)
$A851_{mikt}$	-	-	-	-	0,105*** (0,040)	0,479 (0,449)	0,070 (0,289)	-0,551** (0,249)
$A852_{mikt}$	-	-	-	-	0,158 (0,206)	3,789*** (0,496)	-	-0,056 (0,298)
$A853_{mikt}$	-	-	-	-	-0,174 (0,356)	-	-	1,127** (0,558)
$A859_{mikt}$	-	-	-	-	-0,013 (0,218)	-	0,338 (0,480)	1,575** (0,701)
$B85_{mikt}$	-	-	-	-	0,830** (0,331)	-1,519*** (0,385)	0,279 (0,447)	-0,367 (0,412)
$B851_{mikt}$	-	-	-	-	0,022 (0,084)	-	-	-
$B852_{mikt}$	-	-	-	-	-0,767** (0,307)	-	-4,921*** (1,076)	-

(Continua)

(Continuação)

Nomear variáveis	Apenas MNTs de rastreabilidade bilaterais				Apenas MNTs de rastreabilidade multilaterais			
	Agronegócio	Carnes	Frutas	Pescados	Agronegócio	Carnes	Frutas	Pescados
<i>B853_m_{ikt}</i>	-	-	-	-	-0,976***	-	-	-
	-	-	-	-	(0,211)	-	-	-
<i>B859_m_{ikt}</i>	-	-	-	-	-0,035	0,708	-	0,571*
	-	-	-	-	(0,251)	(0,527)	-	(0,331)
<i>Constante</i>	8,949***	9,975***	9,060***	8,681***	8,888***	9,681***	9,111***	8,465
	(0,007)	(0,005)	(0,025)	(0,055)	(0,033)	(0,156)	(0,128)	(0,106)***
Observações	16.756.740	593.362	801.878	2.013.326	16.756.740	593.362	801.878	2.013.326
R ²	0,569	0,684	0,625	0,597	0,571	0,686	0,623	0,595
EFs	Sim ¹	Sim ¹	Sim ¹	Sim ¹	Sim ¹	Sim ¹	Sim ¹	Sim ¹

Fonte: Resultado da pesquisa.

Elaboração dos autores.

Nota: ¹ Os EFs são de importador-ano, exportador-ano, produto e par de países. As estimativas foram realizadas para o intervalo temporal de três anos.

Obs.: 1. Os valores entre parênteses referem-se aos erros-padrão robustos agrupados por par de países.

2. Significância: * $p < 0,10$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$.

TABELA A.5
Matriz de correlação das MNTs de rastreabilidade

MNT	A85	A85T	A852	A853	A859	B851	A85_M	A851_M	A852_M	A853_M	A859_M	B85_M	B851_M	B852_M	B853_M	B859_M
A85	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A851	0,0009	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A852	0,0017	0,0039	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A853	-0,0009	-0,0006	0,0003	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A859	0,0016	0,0155	0,6688	-0,0002	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B851	-0,0004	-0,0003	-0,0001	-0,0002	-0,0001	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A85_M	0,0343	-0,0109	-0,0023	-0,009	-0,0039	-0,0041	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A851_M	0,0567	0,0372	-0,001	-0,0051	-0,0022	-0,0023	0,3228	1	-	-	-	-	-	-	-	-
A852_M	0,0965	0,049	-0,0002	-0,0032	-0,0014	-0,0015	0,0383	0,5844	1	-	-	-	-	-	-	-
A853_M	-0,0041	0,0411	-0,0006	-0,002	-0,0009	-0,0009	-0,0403	0,3756	0,5966	1	-	-	-	-	-	-
A859_M	-0,0028	0,0171	0,0439	-0,0016	0,0338	-0,0007	-0,0309	0,0213	0,0459	-0,007	1	-	-	-	-	-
B85_M	-0,0002	-0,0019	-0,0005	-0,0015	-0,0007	-0,0007	-0,0016	0,0125	0,0273	-0,0068	-0,0038	1	-	-	-	-
B851_M	-0,008	-0,0049	-0,0012	-0,0039	-0,0017	-0,0018	-0,0763	-0,0434	-0,028	-0,0172	-0,0138	0,003	1	-	-	-
B852_M	-0,0006	-0,0004	-0,0001	-0,0003	-0,0001	-0,0001	-0,006	-0,0034	-0,0021	-0,0013	-0,0011	-0,001	-0,0026	1	-	-
B853_M	-0,0016	-0,0009	-0,0002	-0,0008	-0,0003	-0,0003	-0,0114	-0,0086	-0,0054	-0,0033	-0,0003	0,0358	0,0005	-0,0005	1	-
B859_M	-0,0038	0,0079	0,0247	-0,002	0,0285	0,1006	-0,0285	-0,0204	-0,0097	-0,009	0,4609	0,0119	-0,0166	-0,0013	0,0227	1

Fonte: Resultado da pesquisa.

Elaboração dos autores.

Obs.: Os códigos que terminam com "M" nas MNTs indicam que essas medidas são de natureza multilateral, enquanto as demais MNTs são de natureza bilateral.

Ipea – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

EDITORIAL

Coordenação

Aeromilson Trajano de Mesquita

Assistentes da Coordenação

Rafael Augusto Ferreira Cardoso

Samuel Elias de Souza

Supervisão

Ana Clara Escórcio Xavier

Everson da Silva Moura

Revisão

Alice Souza Lopes

Amanda Ramos Marques Honorio

Barbara de Castro

Brena Rolim Peixoto da Silva

Cayo César Freire Feliciano

Cláudio Passos de Oliveira

Clícia Silveira Rodrigues

Olavo Mesquita de Carvalho

Regina Marta de Aguiar

Reginaldo da Silva Domingos

Jennyfer Alves de Carvalho (estagiária)

Katarinne Fabrizzi Maciel do Couto (estagiária)

Editoração

Anderson Silva Reis

Augusto Lopes dos Santos Borges

Cristiano Ferreira de Araújo

Daniel Alves Tavares

Danielle de Oliveira Ayres

Leonardo Hideki Higa

Natália de Oliveira Ayres

Capa

Aline Cristine Torres da Silva Martins

Projeto Gráfico

Aline Cristine Torres da Silva Martins

The manuscripts in languages other than Portuguese published herein have not been proofread.

Ipea – Brasília

Setor de Edifícios Públicos Sul 702/902, Bloco C

Centro Empresarial Brasília 50, Torre B

CEP: 70390-025, Asa Sul, Brasília-DF

Missão do Ipea
Aprimorar as políticas públicas essenciais ao desenvolvimento brasileiro por meio da produção e disseminação de conhecimentos e da assessoria ao Estado nas suas decisões estratégicas.