**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

Efeitos da regulamentação sobre o comércio de produtos agroalimentares

Michelle Márcia Viana Martins

Tese apresentada para obtenção do título de Doutora em
Ciências. Área de concentração: Economia Aplicada

**Piracicaba
2021**

Michelle Márcia Viana Martins
Bacharela em Ciências Econômicas

Efeitos da regulamentação sobre o comércio de produtos agroalimentares
versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:
Profa. Dra. **HELOISA LEE BURNQUIST**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutora em
Ciências. Área de concentração: Economia Aplicada

Piracicaba
2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA – DIBD/ESALQ/USP

Martins, Michelle Márcia Viana

Efeitos da regulamentação sobre o comércio de produtos agroalimentares /
Michelle Márcia Viana Martins. -- versão revisada de acordo com a resolução CoPGr
6018 de 2011. -- Piracicaba, 2021.

165 p.

Tese (Doutorado) -- USP / Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

1. Limite Máximo de Resíduos 2. Comércio internacional 3. Commodities 4.
Regulamentos. I. Título

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Márcio e Márcia

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais pelo apoio, incentivo, paciência e todos os esforços dispendidos para que eu alcançasse meus objetivos profissionais. Ao meu irmão Luidhy por toda a admiração. Às minhas avós, Diana e Raimunda, pelo carinho e orações. Em memória do meu avô, José Martins, dedico um agradecimento pela sua vida. A Caio pelo companheirismo e compreensão, nos momentos de presença e distância.

Sou grata à professora Heloisa pelas orientações e pela confiança em mim depositada para a entrega desse trabalho. Além de uma excelente professora e pesquisadora, é uma profissional que admiro e tenho grande satisfação por tê-la como mentora.

Dedico um agradecimento à Dr^a Alinne Oliveira e à Profa Dr^a Livia Madeira Triaca pela disponibilidade e pelo apoio técnico e teórico.

Agradeço aos amigos de longa data pela amizade, pela presença constante nos momentos de alegria e força nos momentos de angústia. Aos novos amigos criados na convivência do doutorado, da FURG e do IPEA. Aos professores e funcionários do PPGEA pelas contribuições na jornada acadêmica.

À banca pela participação na etapa de qualificação e defesa, agradeço pelos ensinamentos e sugestões que enriqueceram meu trabalho: Prof. Dr. Orlando Monteiro da Silva; Prof. Dr^a Sílvia Helena Galvão de Miranda, Prof. Dr^a Rosane Nunes de Faria e Dr^a Cinthia Cabral da Costa.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

SUMÁRIO

RESUMO	8
ABSTRACT	9
LISTA DE FIGURAS	10
LISTA DE TABELAS	11
1. INTRODUÇÃO	13
1. Considerações iniciais	13
2. Importância do tema	15
3. Desafios sobre o estabelecimento de LMR em diferentes culturas	19
4. Problema de pesquisa e contribuições do estudo.....	21
5. Hipóteses	24
6. Objetivos.....	24
6.1. Objetivo Geral	24
6.2. Objetivos Específicos	25
7. Estrutura da tese.....	25
Referências.....	25
2. ABORDAGEM TÉCNICA E PRÁTICA DAS DIFERENTES POLÍTICAS DE LMR: IMPLICAÇÕES SOBRE O COMÉRCIO INTERNACIONAL.....	31
Resumo	31
Abstract.....	31
1. Introdução.....	31
2. Aspectos conceituais.....	33
3. Estabelecimento dos LMR	38
3.1. O pedido de regulamentação	38
3.2. Os testes de resíduos	39
3.3. Culturas secundárias e grupo de culturas	41
3.4. Pesticidas genéricos.....	43
3.5. Padrões do setor privado	44
3.6. Estabelecimento de padrões internacionais: o papel do <i>Codex Alimentarius</i>	46
3.6.1. Objetivos do <i>Codex</i>	46
3.6.2. Órgãos e processo de definição do <i>Codex</i> e revisão dos LMR.....	48
4. Heterogeneidade regulatória.....	50

4.1.	LMR ausentes ou menores (mais rigorosos)	50
4.2.	Pesticidas proibidos ou severamente restritos: Substituição por produtos alternativos	
	52	
5.	Custos de conformidade com a legislação de exportação: evidências para o LMR	56
5.1.	Fragmentação das safras	57
5.2.	Busca por mercados alternativos	58
5.3.	Custos de violação dos LMR	59
6.	O papel dos consumidores no estabelecimento dos LMR	61
7.	Considerações finais	63
	Referências	64
3.	O EFEITO DA HETEROGENEIDADE REGULATÓRIA NO COMÉRCIO DA SOJA	
	ENTRE MERCOSUL E UE.....	70
	Resumo	70
	Abstract	70
1.	Introdução	70
2.	O mercado da soja.....	75
3.	Evidências empíricas sobre o LMR e heterogeneidade regulatória	77
4.	Metodologia	87
4.1.	Índices de heterogeneidade regulatória	87
4.2.	Especificações teóricas do Modelo Gravitacional	91
4.3.	Desafios Inerentes ao Modelo Gravitacional.....	93
4.4.	Abordagem empírica	96
4.5.	Fonte de dados	98
5.	Resultados	98
5.1.	Heterogeneidade regulatória entre Mercosul e UE.....	98
5.2.	Efeito da heterogeneidade regulatória no comércio internacional da soja	101
6.	Considerações finais	106
	Referências	109
	Apêndices	116
	APÊNDICE A	116
	APÊNDICE B.....	117
	APÊNDICE C.....	120
4.	RIGOR REGULATÓRIO COMO DETERMINANTE DAS DECISÕES DE	
	DEMANDA.....	122

Resumo	122
Abstract	122
1. Introdução	122
2. Abordagem teórica e empírica.....	127
2.1. Efeitos da divergência regulatória dos LMR no comércio agroalimentar	127
2.2. Heterogeneidade regulatória e padrões de qualidade	132
2.3. Índices de Rigor	133
2.4. Abordagem do modelo	135
3. Metodologia	141
4. Resultados.....	144
4.1. Efeitos dos padrões sobre a probabilidade, o fluxo de comércio e os preços unitários 144	
4.2. Robustez	149
5. Considerações finais	151
Referências.....	153
APÊNDICE.....	159
ANEXO	160
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS DA TESE.....	162
Referências.....	165

RESUMO

Efeitos da regulamentação sobre o comércio de produtos agroalimentares

A proposta dessa pesquisa é examinar os efeitos da heterogeneidade regulatória e do rigor relativo dos padrões agroalimentares no comércio internacional de grãos, a partir da investigação de diferenças nas exigências, definidas pelos governos nacionais, para regulamentar e padronizar a qualidade dos produtos importados. O enfoque é dado sobre os regulamentos associados aos Limites Máximos de Resíduos (LMR) de pesticidas, no mercado de *commodities*. A importância da avaliação dos LMR no contexto da segurança alimentar e inocuidade dos alimentos é dada pelos acontecimentos que vêm ocorrendo nos últimos anos, em que alterações significativas sobre a produção e o comércio mundial em função da proibição ou da redução do uso de importantes insumos químicos para a gestão de pragas e doenças nas safras agrícolas, aumenta as assimetrias regulatórias associadas a esse padrão. A busca por conformidade pelos requisitos do parceiro comercial incorre em custos adicionais para o exportador. Isso ocorre porque o produtor deve buscar alternativas para manter o rendimento produtivo de suas safras, de modo a evitar violações e a possibilidade de as cargas serem rejeitadas no mercado de destino. Esse efeito é especialmente explorado no âmbito dos regulamentos da UE, por apresentarem requisitos relativamente mais rigorosos que os padrões internacionais do *Codex* e por estarem em um processo de transição nas políticas de LMR para importantes pesticidas utilizados na produção de grãos, como o glifosato. Os resultados revelam que as assimetrias regulatórias afetam negativamente os fluxos de comércio e esse efeito está relacionado aos custos de adequação. Entretanto, os padrões agroalimentares associados aos resíduos de pesticida alteram a qualidade percebida dos produtos no mercado importador, o que pode tornar um atributo de diferenciação para as exportações de milho e soja. O mais interessante é que se os exportadores cumprem com os custos de conformidade, os produtos podem ser ofertados a um preço unitário maior, sugerindo o repasse dos custos via mecanismo de preços.

Palavras-chave: Limite Máximo de Resíduos, Comércio internacional, Commodities, Regulamentos

ABSTRACT

Effects of regulations on agri-food trade

This research aims to examine the effects of regulatory heterogeneity and the relative rigor of agri-food standards in the international grain trade, based on the investigation of the differences in requirements, defined by national governments, to regulate and standardize the quality of imported products. The focus is on the regulations associated with the Maximum Residue Limits (MRLs) of pesticides in the commodities market. The importance of evaluating MRLs in the context of food security and food safety is given by events that have occurred in recent years, in which changes in production and world trade due to the prohibition or reduction in the use of important chemical inputs for pest and management of diseases in crops increases according to the regulatory asymmetries associated with this standard. The search for meeting the requirements of the trading partner entails additional costs for the exporter. As the producer must seek alternatives to maintain the productive yield of his crops, to avoid violations and the possibility of rejection of these loads in the destination market. The effect is exploited especially within the framework of EU regulations, as it presents relatively stricter requirements than international Codex standards and is in the process of transitioning into MRL policies for important pesticides used in grain production, such as glyphosate. The results reveal that regulatory asymmetries affect negatively trade flows and this effect is related to adequacy costs. However, agri-food standards associated with pesticide residues alter the perceived quality of products in the import market, which can make it a differentiating attribute for corn and soybean exports. The most interesting thing is that if exporters meet compliance costs, products can be offered at a higher unit price, suggesting the transfer of costs via the price mechanism.

Keywords: Maximum Residue Limits, International trade, Commodities, Regulations

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Necessidades e expectativas do consumidor.	62
Figura 2 : Exportações agrícolas do Mercosul, por país, para a UE, soma para o período 2010 a 2018 de acordo com a classificação HS04 (Milhões US\$).	75
Figura 3: Importações da soja do Mercosul pela UE entre 2010 a 2018 (Milhões US\$).	76
Figura 4: Média tarifária anual da UE para os produtos da soja, 2010 a 2018 (%), advindos do Mercosul.....	77
Figura 5: Resultados do IHR e IHRC no comércio da soja entre UE e Mercosul e Codex e Mercosul, 2010 a 2018.....	100

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Número mínimo de testes necessários para culturas principais e secundárias em mercados selecionados.	40
Tabela 2: Número de LMR estabelecidos a combinação pesticida/manga e total de países que estabeleceram os limites de resíduos em 2018.	42
Tabela 3: Desarmonia dos agrupamentos de culturas: Classificação de pistache e batata doce em diferentes mercados.	43
Tabela 4: Como os países usam os LMR do Codex.	48
Tabela 5: Exemplos de LMR ausentes ou baixos (mais rigorosos).	52
Tabela 6: Problemas associados a busca por pesticidas ou práticas alternativas.	56
Tabela 7: Notificações sobre violações de LMR no setor de frutas e vegetais, pelo mercado europeu. 2010-2020.	61
Tabela 8: Maiores ofertantes de soja para a UE de acordo com os produtos, percentual médio de 2010 a 2018 (%).	76
Tabela 9: Exemplo hipotético dos LMR definidos para cada substância ou princípio ativo para soja no ano t.	91
Tabela 10: Descrição, fonte de dados e sinais esperados das variáveis a serem estimadas empregando a equação gravitacional.	98
Tabela 11: Número de substâncias com LMR estabelecidos pelos países do Mercosul e da UE para a soja, período: 2010 a 2018.	99
Tabela 12: Resultados das estimativas. O lado esquerdo representa o cálculo do índice na perspectiva da UE e o lado direito na perspectiva do Codex.	102
Tabela 13: Sugestões para o uso de diferentes efeitos fixos no modelo gravitacional.	116
Tabela 14: Resultados das estimativas, avaliação de robustez com efeitos fixos para importador e exportador. O lado esquerdo representa o cálculo do índice na perspectiva da UE e o lado direito na perspectiva do <i>Codex</i>	118
Tabela 15: Resultados das estimativas, avaliação de robustez com produtos desagregados em HS06. O lado esquerdo representa o cálculo do índice na perspectiva da UE e o lado direito na perspectiva do Codex.	119
Tabela 16: Resultados das estimativas, avaliação de robustez com os índices sem o exponencial. O lado esquerdo representa o cálculo do índice na perspectiva da UE e o lado direito na perspectiva do Codex.	119

Tabela 17: Estatísticas descritivas.....	120
Tabela 18: Principais pesticidas empregados nas culturas de soja e milho.	135
Tabela 19: Coeficientes estimados para importações de soja e milho pela UE.	144
Tabela 20: Análise de robustez.	150
Tabela 21: Análise descritiva dos dados.	159

1. INTRODUÇÃO

O objetivo desse estudo é investigar as políticas relacionadas aos Limites Máximos de Resíduos (LMR) de pesticidas, como um regulamento sobre o produto agroalimentar, no comércio internacional. O enfoque é dado ao setor de soja e milho no comércio entre o Mercosul e União Europeia por serem dois blocos econômicos que dispõem de sistemas regulatórios distintos em termos de rigor nas políticas de segurança do alimento. Desse modo, os fluxos comerciais de produtos agrícolas podem ser afetados pelas diferentes exigências adotadas pelos países de cada bloco. O problema com os padrões regulatórios é a dificuldade em saber se uma determinada exigência proporciona proteção, assegurando níveis adequados de segurança sanitária, ou se é protecionista, ao impor exigências exageradas do ponto de vista científico, atuando como barreiras ao comércio. Como ambos os motivos são frequentemente combinados em uma única medida, é interessante verificar seu efeito sobre o comércio para fins de definição de políticas públicas.

Inicialmente, é apresentada a contextualização das Medidas Sanitárias e Fitossanitárias (medidas SPS) no âmbito da Organização Mundial do Comércio (OMC) e sua relação com as políticas de segurança do alimento. Na sequência, são mencionados os estudos empíricos que reforçam o problema de pesquisa associado às medidas SPS, fazendo referência aos LMR como um assunto que tem ganhado importância nas políticas comerciais. Por fim, são apresentadas as contribuições pretendidas com o estudo, as hipóteses a serem testadas, os objetivos e a estrutura da tese.

1. Considerações iniciais

O comércio internacional é uma das manifestações mais importantes da globalização. Para criar um ambiente integrado, que forneça condições para todos os países atuarem nos sistemas multilaterais, as rodadas sucessivas de negociações no contexto do Acordo Geral de Tarifas e Comércio (GATT, em sua sigla em inglês) e o posterior estabelecimento da Organização Mundial do Comércio (OMC) criaram oportunidades para os países acessarem os mercados, particularmente, por meio da redução de tarifas. Segundo Disdier, Fontagné e Mimouni (2008), a política tarifária foi amplamente utilizada até a década de 1990 e, após a criação da OMC, a imposição de tarifas foi substituída por outras formas de protecionismo, nomeadamente as Medidas Não Tarifárias (MNT).

Grande parte das MNT são destinadas a regular o mercado e garantir que os produtos importados estejam em conformidade com objetivos legítimos, como por exemplo, a segurança dos consumidores. Por isso, contemplam uma diversidade de medidas regulatórias que não envolvem a taxação sobre o preço, como as tarifas, mas incluem regulamentos, exigências e regras, que serão tratados como padrões, estabelecidos por cada governo sobre os produtos importados.

A imposição de restrições às exportações, cotas de importação, regras de origem, direitos compensatórios, requisitos de conteúdo interno, medidas sanitárias e fitossanitárias e medidas técnicas são algumas políticas comerciais apontadas como medidas não tarifárias (Moisé e Bris, Le, 2013). As MNT acrescentam, em média, cerca de 87% na reestrutividade imposta pelas tarifas. Além disso, 30% do total dos produtos comercializados no mercado internacional são afetados por algum tipo de medida não tarifária (Kee, Nicita e Olarreaga, 2009; Nicita e Gourdon, 2013).

Para os produtos agrícolas, especialmente, Niu et al. (2018) revelam que o uso de MNT cresceu 52% de 1997 a 2015, enquanto as tarifas médias aplicadas no setor reduziram de 17,9% em 1997 para 10,51% em 2015. As principais medidas regulatórias que vêm determinando o acesso ao mercado de produtos agrícolas são as regulamentações Sanitárias e Fitossanitárias (SPS - *Sanitary and Phytosanitary Measures*), ainda que estes também sejam sujeitos a exigências de natureza técnica. Tais medidas não assumem, necessariamente, um caráter de instrumento de política comercial, mas podem refletir a demanda dos consumidores por segurança e pela qualidade dos produtos alimentares, de forma que a adequação a essas medidas tem sido uma condição para que as importações sejam consolidadas. Por exemplo, regulamentos que definem critérios para processos e métodos de produção, inspeções, testes, procedimentos de certificação, amostragem, requerimentos, rotulagens, entre outros que garantam a proteção à saúde do consumidor contra riscos de contaminantes, aditivos, toxinas, pesticidas, doenças e pestes. Desse modo, a imposição das medidas SPS reduzem as imperfeições de mercado no sentido de mitigar a assimetria de informação¹ (Xiong e Beghin, 2017a). Esse efeito corresponde ao argumento dos “padrões como catalisadores” ao comércio (Anders e Caswell, 2009).

Entretanto, o Órgão de Solução de Controvérsias da OMC revela um crescente número

¹ Por exemplo, ao reduzir o risco na ingestão de produtos contaminados; impedir a importação de mercadorias com algum grau de contaminante; melhorar a sustentabilidade no ecossistema ao aplicar políticas de quarentena para prevenir invasão de pragas exóticas e doenças; entre outras políticas que melhorem a comunicação entre o fornecedor e o consumidor.

de reclamações demonstrando que os regulamentos relacionados ao Acordo SPS cria, de certa forma, barreiras comerciais desnecessárias. Isso ocorre porque, sob justificativas sanitárias ou fitossanitárias, os importadores podem proibir o comércio de determinada mercadoria ou impor regulamentos, que variam desde a atualização das instalações físicas até a aquisição de certificados, anuência com os requisitos de segurança, procedimentos de testes em determinados processos e demais determinações que, do ponto de vista dos produtores e processadores de alimentos, resulta em custos altos, onerosos e assimétricos entre os países (Wilson, Otsuki e Majumdsar, 2003). Como resultado, os regulamentos SPS podem discriminar alguns parceiros comerciais, revelando o argumento “padrões como barreiras” (Anders e Caswell, 2009). Nesse caso, as medidas SPS podem ser categorizadas como políticas de protecionismo disfarçado (WTO, 2021).

Diferente das tarifas, que são estabelecidas para serem necessariamente protecionistas, um dos aspectos mais importantes das MNT, em particular as SPS, é o seu efeito ambíguo sobre o comércio internacional, ora elevando a transparência e aprimorando a inocuidade alimentar no mercado internacional, ora atuando como instrumento de proteção ao mercado doméstico.

2. Importância do tema

A preocupação da sociedade e dos governos com a segurança e a qualidade dos alimentos, tem contribuído para o aumento dos padrões sobre a produção e a comercialização de produtos agrícolas. Quando os regulamentos são desenvolvidos para bens comercializados domesticamente e os produtos não são exportados, as medidas regulatórias não levam em conta os interesses de outras nações. A questão é que quando o produto é comercializado para além das fronteiras nacionais, é necessário que os produtores sigam os regulamentos internos e dos parceiros comerciais para garantir que as variedades produzidas atendam aos requisitos de todas as partes. Como resultado, os padrões passam a exercer influência sobre os fluxos de comércio bilateral e seus efeitos podem ser distintos conforme alteram as decisões de demanda do importador, à medida que melhoram a comunicação entre os elos da cadeia produtiva e os consumidores; e as decisões de oferta, por alterarem os custos de conformidade regulatória por parte do país fornecedor (Niu *et al.*, 2018).

Com o aumento da integração internacional no contexto da redução das tarifas, o comércio torna-se um canal direto de possíveis efeitos adversos, uma vez que os importadores podem não ter certeza sobre as características de um produto pelo monitoramento imperfeito e

incompleto dos mercados (Beghin *et al.*, 2012). Na presença de riscos de contaminação, doenças, invasão de pragas exóticas e até a deterioração de bens comuns na produção insustentável para o mercado de exportação, a remoção de MNT podem levar a perdas de bem-estar, por isso, a intervenção do governo é necessária para proteger os consumidores, garantindo que os produtos internalizem as preocupações à segurança ao produto. Nesse contexto, a imposição de padrões é eficaz em reduzir as assimetrias de informação, aumentando a demanda por um bem regulamentado por garantir os atributos desejados. Porém podem ser utilizados como barreiras comerciais emergentes, usadas como instrumentos de caráter protecionistas para alcançar certos objetivos, como proteger os produtos domésticos da concorrência externa. Isso ocorre, sobretudo, quando as medidas discriminam entre os mercados de origem, quando o padrão doméstico é mais flexível que os padrões impostos aos parceiros comerciais ou quando as medidas são mais rigorosas que os padrões internacionais sugeridos pelo *Codex Alimentarius*. Além disso, mesmo que um padrão melhore o bem-estar, ele pode restringir o comércio devido às assimetrias dos exportadores em termos de atendimento aos custos de adequação aos requisitos de segurança ao alimento. Marette e Beghin (2007) mencionam o caso da União Europeia, em que muitos produtores de bens alimentares não podem comercializar no bloco a menos que obtenham a certificação da UE. A esse efeito dúbio de promover ou interromper o comércio, surge a necessidade do monitoramento das MNT, principalmente as medidas sanitárias e fitossanitárias, que podem afetar tanto as importações quanto a produção doméstica (Xiong e Beghin, 2017a)

Otsuki, Wilson e Sewadeh (2001) examinaram o efeito de um padrão SPS específico sobre o comércio de cereais, castanhas e frutas secas entre África e Europa. Seus resultados demonstraram que a harmonização aos padrões internacionais, ou seja, se os parceiros comerciais equilibrassem suas exigências de acordo com as recomendações internacionais do *Codex*, o ganho de comércio para os países africanos, na ocasião, seria em até US\$670 milhões. Na mesma linha, De Frahan e Vancouteren (2006) mostraram que a harmonização da regulamentação alimentar da UE com seus parceiros comerciais do próprio bloco tem um efeito positivo no comércio intra-UE nos níveis agregado e subsetorial da indústria de alimentos. Os autores chamam atenção para esse resultado o fato de o rigor dos regulamentos serem relativamente próximos, o que facilitaria a adequação entre os países. Bureau, Disdier e Ramos (Bureau, Disdier e Ramos, 2007) analisaram o comércio de produtos tropicais das economias latinas e constataram que, a princípio, as medidas sanitárias e fitossanitárias podem ter um efeito de reduzir o comércio. Porém, o maior custo de produção não significa, necessariamente, perda de mercado, pois pode também gerar oportunidades para acessar

mercados mais lucrativos e melhorar a competitividade dos negócios no futuro. Para Fassarella, Burnquist e de Souza (2011) os efeitos das medidas comerciais vão depender da natureza do regulamento, por exemplo, para o mercado brasileiro de frango, verificou-se que os requisitos de embalagem, rotulagem e as medidas de prevenção de doenças têm um efeito positivo nos fluxos comerciais e significativo na probabilidade de exportação, já as exigências relacionadas aos procedimentos de avaliação têm um efeito significativamente negativo. Resultado similar é verificado por Crivelli e Groeschl (2016) que investigaram a avaliação da conformidade e as características do produto no comércio agroalimentar em geral e encontraram resultados contrastantes. Mais especificamente, a não conformidade reduz a probabilidade de acesso ao mercado, mas não tem efeito na intensidade do comércio, enquanto os regulamentos relacionados às características do produto tendem a aumentar o comércio.

Contribuindo sob uma perspectiva diferente, Disdier, Fontagné e Mimouni (2008) analisaram o comércio agrícola dos países da OCDE com países em desenvolvimento e demonstraram que a conformidade com as exigências internacionais implica em custos mais altos, ao induzir mudanças nos modos de produção, sublinhando a categorização dos regulamentos como “padrões como barreiras”, cujos efeitos são mais pronunciados em países menos desenvolvidos, uma vez que os exportadores enfrentam, relativamente, maiores custos para cumprir aos requisitos internacionais. Além disso, seus governos dispõem de aspectos tecnológicos limitados para dar suporte técnico aos produtores no processo de adequação aos regulamentos. Traoré e Tamini (2021) concordam parcialmente com esses resultados, mostrando que os regulamentos podem afetar a probabilidade de exportação dos países de baixa renda para os mercados mais exigentes, mas os produtores que conseguem cobrir os custos de conformidade têm seus fluxos de comércio elevados, indicando que os padrões podem promover o comércio e superar os custos. Mesma conclusão é observada em Xiong e Beghin (2017a) ao apontarem que os padrões aumentam a demanda de importação, ao garantir maior segurança do alimento, ao mesmo tempo que dificultam o fornecimento dos exportadores estrangeiros. Entretanto, as políticas regulatórias podem atingir objetivos legítimos sem impedir o comércio internacional em seus efeitos cumulativos. Fiankor, Haase e Brummer (2021) acrescentam que quando as negociações entre dois países são consolidadas, ou seja, quando os fluxos de comércio ocorrem em grandes proporções, os padrões tendem a não afetar os volumes comerciais, pois os parceiros comerciais acham mais lucrativo investir para atender aos custos de adequação do que perder um importante comprador.

Observa-se, pela ótica empírica, que a condução analítica em torno das MNT não

apresenta um resultado generalizável para todo o comércio agrícola. O caráter ambíguo dos padrões incrementa a complexidade do tratamento das MNT quando comparadas às barreiras comerciais tradicionais, como as tarifas, dificultando a elaboração de hipóteses sobre os efeitos esperados nas relações de comércio. Além disso, a preferência do consumidor é heterogênea entre os países. Mesmo no comércio de *commodities*, que são produtos homogêneo e pouco diferenciados, as características dos produtos importados diferem entre os fornecedores (Fontagné *et al.*, 2015; Xiong e Beghin, 2017b; Yang, Honda e Otsuki, 2019).

Neste último aspecto, as economias desenvolvidas, particularmente, têm maior capacidade de mitigar os riscos associados aos produtos adquiridos via mercado internacional e, portanto, tendem a apresentar padrões de qualidade mais rigorosos. No comércio agroalimentar, à medida em que esses países aumentam sua demanda por alimentos estrangeiros, buscam assegurar que a qualidade dos produtos com origem em diferentes mercados seja similar à dos bens produzidos e consumidos internamente. Com efeito, o maior controle de segurança por parte do importador pode induzir a ajustes nos processos de produção e comercialização no país exportador (Henson e Caswell, 1999; Otsuki, Wilson e Sewadeh, 2001; Xiong e Beghin, 2017a). Josling, Roberts e Orden (2004) reforçam que a adaptação às normas SPS é uma condição para que os países tenham seus embarques efetivados.

Esse conteúdo tem sido amplamente mencionado nas negociações comerciais entre UE e Mercosul, em que os países do bloco sul-americano despontam como os principais fornecedores de produtos agrícolas para as economias europeias que, por sua vez, detêm um sistema de garantia de segurança do alimento altamente rigoroso quanto às suas demandas. Nesse sentido, o mecanismo de controle imposto pelas regulamentações SPS exige maior disciplina, sobretudo por parte dos exportadores, na implementação ou aprimoramento de sistemas regulatórios governamentais para que os produtos obedeçam a certos padrões e classificações, antes de serem comercializados internacionalmente.

Para reduzir os riscos de origem alimentar, os governos atuam proibindo o uso de certas substâncias tóxicas, ou limitando, em certo grau, os resíduos de produtos químicos em bens agroalimentares (Fiankor, Curzi e Olper, 2020b; Hejazi, Grant e Peterson, 2018; Xiong e Beghin, 2017b). Na Europa, por exemplo, a Comissão Europeia, sob o Princípio da Precaução aos riscos, utiliza a intervenção regulatória para proibir a importação de certos produtos sem um aviso prévio. De fato, houve a inibição do consumo europeu de carne tratada com hormônios em excesso (Otsuki, Wilson e Sewadeh, 2001) e a redução da importação de crustáceos com resíduos de antibióticos acima do limite permitido (Disdier e Marette, 2010).

Essa política se expande à importação de produtos agrícolas que fazem o uso de

pesticidas. Nesse caso, os países estabelecem Limite Máximo de Resíduo (LMR), que trata do nível mais alto de resíduo legalmente tolerado nos alimentos, para determinada combinação pesticida-cultura (FAO, 2021a). Os LMR são determinados pelas agências reguladoras de cada país, de acordo com suas referências de segurança do alimento, de modo que a heterogeneidade regulatória entre os países reforça as grandes assimetrias dos níveis tolerados para um mesmo produto entre dois países que comercializam bilateralmente.

Para assegurar que essas diferenças nas regulamentações não resultem em distorções no comércio, a OMC busca averiguar se os regulamentos são pautados em fundamentos científicos e se são essencialmente não discriminatórios, ou seja, aplicáveis a produtos similares de todas as origens. Para tanto, a Organização conta com o apoio do Comitê do *Codex Alimentarius*, um programa que atua em conjunto com a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação (FAO), com o propósito de promover as regras sanitárias e facilitar a normalização dos padrões internacionais (Li e Beghin, 2014; Xiong e Beghin, 2017b). Em outras palavras, a particular relevância do *Codex* no comércio alimentar internacional é recomendar padrões de segurança que possam servir de referência para medir e avaliar as medidas e regulamentações alimentares adotadas pelos países membros da OMC. Muitas economias adotam os LMR próximos ou seguem explicitamente as recomendações do *Codex*; outros adotam limites mais rigorosos para suas políticas de segurança, como é o caso da União Europeia, Japão e Austrália (Li e Beghin, 2014).

O mesmo LMR afeta diferentes parceiros comerciais de diferentes formas: um país exportador que impõe LMR rigorosos terá seu fluxo de comércio pouco interrompido pelo mercado, visto que os seus produtores cumpriram com os regulamentos capazes de atender às mais estritas exigências dos parceiros comerciais. Já as economias que apresentam LMR mais brandos, poderão ter suas exportações vetadas pelo país de destino (Xiong e Beghin, 2017b). Posto de outro forma, Li e Beghin (2014) definem o estabelecimento do LMR como uma política protecionista quando o importador impõe rigor que excede os limites definidos internacionalmente pelo *Codex*. Se o LMR do importador for igual ao correspondente internacional, considera-se que tal país é não protecionista.

3. Desafios sobre o estabelecimento de LMR em diferentes culturas

Um aspecto técnico importante sobre os LMR diz respeito à sua aplicação em culturas consideradas primárias e secundárias. As culturas primárias (ou principais) são aquelas

cultivadas em grande escala, utilizando grandes porções de terras. Muitas vezes são culturas a granel, como a soja, o milho, o trigo e o arroz. Já as culturas secundárias são produzidas em menor escala, em menor área e, geralmente, são de alto valor, podendo ser entendidas como especialidades de alguns países, como mirtilo, berinjela e pistache (OECD, 2011a).

Apesar dessa definição, não há um critério claro e incontestável para separar as culturas em ambas as classificações. Os mercados diferem os cultivos em primários e secundários de acordo com as suas próprias preferências e sua capacidade de produção. Na UE, por exemplo, uma safra é classificada como primária desde que contribua para uma ingestão alimentar diária de 0,125g/kg de peso corporal/dia, apresente uma área de cultivo superior a 20.000 hectares e resulte em uma produção maior a 400 milhões kg/ano (USITC, 2020).

A classificação entre culturas primárias e secundárias é particularmente relevante na definição de LMR, dado que há um incentivo econômico por parte da indústria de pesticidas no desenvolvimento e regulamentação das substâncias empregadas em culturas primárias. É o caso do cultivo de grãos, cuja produção se dá em grandes áreas, faz uso intensivo de insumos químicos e corresponde a um alto volume comercializado entre os países, seja pela sua importância na dieta alimentar em todo o mundo, como pelo amplo emprego na indústria de processamento (produção de óleo, proteína humana, ração animal, bioenergia, biodiesel e uso industrial).

Para entender os estímulos econômicos, um estudo realizado pela empresa Phillips McDougall (2016) aponta que o tempo médio para desenvolver e lançar um novo pesticida nos mercados, entre 2010 a 2014, foi próximo de 11,3 anos (contra 8,3 anos em 1995). Nesse mesmo período, os investimentos em P&D compreendiam 38% dos custos totais, enquanto os dispêndios realizados para o desenvolvimento do pesticida (que contempla os testes de campo, toxicologia, riscos químicos e estudos ambientais), foram responsáveis por 51% desses custos. Além desses gastos, o valor para registrar o pesticida variou entre US\$ 5 milhões a US\$ 15 milhões no período investigado. O registro de um defensivo na UE chegou a US\$ 13 milhões, responsável por 12% do custo médio total.

Após o registro do pesticida, a indústria deve solicitar o estabelecimento do LMR correspondente à substância registrada, gerando um custo adicional, que é variável de acordo com o processo regulatório do país, pois envolve diferentes níveis de complexidade na realização dos testes e ensaios necessários para avaliações de risco, inclusive para avaliações de metabólitos, que são os resíduos oriundos da decomposição do pesticida. Para os fabricantes que buscam aprovação das substâncias ativas e o posterior estabelecimento de LMR, esse processo é permeado de imprevisibilidades, falta de transparência e de harmonização nos

regulamentos. Essa situação supostamente contribui para o aumento dos custos para fazer o registro, limita a disponibilidade de pesticidas no mercado e pode impedir a inovação e o desenvolvimento potencial de novas substâncias para lidar com as pressões de pragas na produção agrícola (USITC, 2020).

Nesse sentido, a elaboração e o registro de pesticidas para as culturas secundárias são limitados por incentivos econômicos por parte dos fabricantes, podendo não existir combinações pesticidas-culturas (específicas) para muitos produtos agrícolas. Como consequência, os produtores de safras menores têm à sua disposição um conjunto restrito de pesticidas para uso. Além disso, pode não existir a definição de LMR para uma determinada combinação pesticida-cultura no mercado de importação, tornando os produtores altamente vulneráveis às perdas de produção, pelo uso não autorizado de defensivos (OECD, 2011a).

Outro ponto importante, específico aos produtores de grãos, é a estrutura da indústria. Os grãos colhidos na fazenda são direcionados ao processo de beneficiamento e armazenagem, onde podem ficar retidos por um longo período de tempo. Na maioria dos casos, os centros de armazenagem são abastecidos com a produção oriunda de diferentes produtores, localizados em diferentes regiões, com condições de cultivos distintas entre si. Conforme os grãos percorrem a cadeia de abastecimento, eles são misturados e os agricultores, geralmente, não sabem o destino de exportação do seu produto. De tal modo, uma particularidade das exportações de grãos é a dificuldade em promover a rastreabilidade até chegar ao produtor individual. A esta característica, os produtores devem garantir que seu produto atenda aos menores LMR de todos os seus mercados de destino, sendo este um ponto importante para a discussão nas políticas de LMR em uma economia exportadora, como Argentina e Brasil. Portanto, é importante definir uma agenda de integração entre os produtores e seus respectivos sistemas de gestão ao uso de produtos fitossanitários.

4. Problema de pesquisa e contribuições do estudo

Considerando a importância relativa do mercado europeu nas exportações agroalimentares do Mercosul, é importante identificar questões comerciais que possam afetar os fluxos comerciais de produtos agrícolas. Para o mercado de grãos, especialmente, esse tema torna-se pertinente porque, se por um lado há necessidade de se estimular o crescimento da produção mundial para atender aos interesses nutricionais da população em crescimento e das demandas não alimentares (como matérias-primas industriais, serviços ecossistêmicos,

produção de fibras, biocombustíveis e outros); por outro, os países devem estabelecer sistemas produtivos cada vez mais seguros e sustentáveis para garantir a autossuficiência, o desenvolvimento econômico e a estabilidade social para as próximas gerações. Nesse sentido, uma vez que os mercados devem estimular aumento da produtividade, é importante discutir políticas que aprimorem a competitividade dos países do bloco sul-americano, pois a utilização dos pesticidas como um instrumento para promover a expansão da produção e do rendimento agrícola deve passar por reformas regulatórias nos próximos anos como uma forma de atender aos padrões agroalimentares dos mercados importadores.

A sinalização da não-renovação de importantes insumos químicos empregados nos processos produtivos dos grãos corroboram esse cenário. Em 2022 encerra-se o período de renovação do herbicida *Glyphosate* no mercado europeu. Trata-se de um insumo químico amplamente utilizado para a gestão de pragas na produção de grãos, no entanto, alguns Estados membros da UE, como Itália, França e Alemanha, já sinalizaram que irão descontinuar o uso da substância nos próximos anos. Se o bloco europeu banir o uso do pesticida, os produtores terão que descontinuar o seu uso, independentemente do mercado de exportação de destino, porque os produtos vendidos a granel são misturados antes de chegar aos países de destino, o que dificulta a rastreabilidade do produto do local de produção ao destino, como mencionado anteriormente. O substituto do *Glyphosate*, o *Glufosinato* tampouco teve seu pedido de renovação de registro na UE, sendo válida a política de *default* que atribuiu o menor valor padrão pela Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos (EFSA). Embora a Comissão Europeia não tenha proposto a remoção do LMR para o *Glufosinato*, alguns representantes da cadeia do milho e da soja ao redor do mundo afirmam que a perda dessa substância afetará a capacidade dos produtores em gerenciar a resistência a herbicidas, resultando em perdas e redução dos rendimentos (USITC, 2020).

Existe também um movimento mundial para a proibição do herbicida *Paraquat*. A alta toxicidade do produto, atrelada à morte de insetos, animais e humanos e a doenças relacionadas à exposição do produto, levou o mercado brasileiro a banir seu uso e concedeu um período de três anos para que os produtores pudessem adequar a cadeia produtiva do agronegócio à ausência do pesticida (Ministério da Saúde, 2017). Findo o prazo de ajustes, os pesticidas substitutos, como o *Diquat* e o *Glufosinate-Ammonium*, tiveram seus preços praticamente dobrados no período de um ano, afetando diretamente os custos de produção. Como o Brasil é um dos maiores produtores agrícolas do mundo, a indústria química prontamente solicitou o registro de pesticidas substitutos do *Paraquat* (Salles e Walendorff, 2021), o que incorre em altos custos de P&D e legalização, conforme apontado na seção anterior.

Esse mesmo movimento pode ocorrer para o inseticida *Chlorpyrifos* e o fungicida *Mancozeb*, amplamente utilizados na produção de soja. Em 2019, o *Chlorpyrifos* não foi renovado pela UE (European Commission, 2021) e os produtores do grão enfrentaram dificuldade para encontrar produtos alternativos, além de relatar despesas para contratar consultores na busca de soluções (USITC, 2020). Já no final de 2020, a Comissão Europeia decidiu por não renovar a aprovação do *Mancozebe*, estabelecendo um prazo de dois anos para a adequação da produção (European Commission, 2021a).

Esses casos revelam o que Maskus e Wilson (2013) chamam de custos recorrentes aos exportadores à medida em que procuram atender às exigências estrangeiras, o que por sua vez faz com que certos exportadores renunciem ou reduzam o comércio internacional, em vez de incorrer em custos adicionais. De acordo com os autores, esses custos e efeitos podem ser agravados quando os mercados de exportação são induzidos a diversificar suas práticas produtivas a fim de atender às diferentes necessidades em diferentes mercados, reforçando os efeitos da restrição comercial a partir da heterogeneidade dos padrões alimentares. Swinnen (2016) alega que os modelos que incluem aspectos positivos e negativos dos padrões trazem conclusões teóricas complexas e que variam de acordo com o objetivo do estudo. Esse argumento é enfatizado por Li e Beghin (2016) e Santeramo e Lamonaca (Santeramo e Lamonaca, 2019b), que revelam que os efeitos dos diferentes níveis de rigor dos padrões sobre o comércio são condicionados à cobertura setorial, geográfica e ao tipo de MNT avaliada. Essas análises destacam a necessidade em especificar não apenas os produtos investigados, como também a medida regulamentar aplicada, para facilitar a elaboração de políticas pontuais e assertivas para setores específicos.

Estudos para medidas SPS específicas, como o caso da investigação sobre os LMR, para um grupo de produtos específicos, encontram principalmente efeitos restritivos ao comércio (Drogué e DeMaria, 2012; Otsuki, Wilson e Sewadeh, 2001; Peterson *et al.*, 2013; Tran, Wilson e Sven, 2012), enquanto outras evidências sugerem que esse efeito é mais restritivo ao comércio para os países em desenvolvimento (Ferro, Otsuki e Wilson, 2015; Xiong e Beghin, 2017b). No entanto, alguns estudos sugerem que o comércio pode ser melhorado quando os importadores elevam a demanda por produtos que seguem os padrões agroalimentares (Foletti e Shingal, 2012; Hejazi, Grant e Peterson, 2018; Shingal, Ehrich e Foletti, 2020; Traoré e Tamini, 2021). A partir dessa identificação, esse estudo busca analisar empiricamente as implicações das assimetrias regulatórias e do rigor relativo entre Mercosul e UE, associadas ao LMR, visto que são mercados que adotam diferentes níveis de rigor quanto

aos regulamentos comerciais. As investigações recaem sobre o comércio da soja e milho, pelos motivos descritos.

A questão que norteia a presente pesquisa é: A heterogeneidade regulatória e o rigor dos padrões estabelecidos para os LMR pelos países do Mercosul e UE, afeta o fluxo comercial de *commodities* dos países do bloco sul-americano para as economias europeias?

Para responder a essa pergunta, os padrões agroalimentares serão explorados pela ótica da oferta, com ênfase na importância dos custos de conformidade para o exportador; e pela ótica da demanda, em que a percepção sobre qualidade por produtos mais “seguros” em termos de resíduos de pesticidas, será colocada no centro das discussões. Debates relacionados aos LMR são relativamente recentes no contexto das relações comerciais, tanto que muitos países ainda não apresentam as definições próprias (“lista positiva”) para seus níveis máximos de pesticidas. É importante enfatizar o enfoque no mercado europeu, tanto pelo tamanho desse mercado nas importações dos produtos agrícolas, como pela rigorosa política de LMR estabelecida pelo bloco.

No desenvolvimento do trabalho, informações adicionais foram levantadas junto a *stakeholders* do setor de grãos e sementes oleaginosas, incluindo produtores, empresas exportadoras, associações nacionais e representantes da indústria química.

5. Hipóteses

a) As diferenças regulatórias entre Mercosul e UE, relacionadas aos LMR de pesticidas da soja, podem gerar custos de conformidade aos exportadores do bloco sul-americano cujo efeito sobre o fluxo comercial do grão entre os blocos será negativo;

b) O efeito líquido do rigor relativo dos regulamentos LMR sobre o comércio é negativo. Isto é, o efeito da redução do comércio, ocorrido pelos altos custos de conformidade enfrentados pelos produtores estrangeiros, sobrepõem ao efeito do aumento dos fluxos de comércio pela ótica da qualidade.

6. Objetivos

6.1. Objetivo Geral

Analisar os efeitos dos Limites Máximos de Resíduos de pesticidas sobre o comércio internacional de grãos.

6.2. Objetivos Específicos

- a) Estimar o efeito da heterogeneidade regulatória dos LMR sobre as importações de soja pela UE oriundas do Mercosul, tomando a perspectiva dos padrões europeus e os padrões do *Codex*;
- b) Separar os efeitos dos LMR sobre a demanda de importação da UE e sobre a oferta dos exportadores do Mercosul e identificar os efeitos sobre os preços unitários.

7. Estrutura da tese

Além dessa introdução (Capítulo 1), o Capítulo 2 descreve os regulamentos e práticas que regem o uso de pesticidas e o estabelecimento de LMR pelos governos. Discutem-se os desafios e as preocupações enfrentados por partes interessadas da indústria em toda a cadeia de abastecimento agrícola para atender aos LMR dos mercados de exportação, como quando os LMR são ausentes ou mais estritos. O Capítulo 3 explora as diferenças regulatórias associadas ao estabelecimento dos LMR pelos países pertencentes ao Mercosul e UE para a cultura da soja. O foco recai, principalmente, sobre os custos comerciais associados aos padrões regulatórios e a harmonização das medidas em relação aos padrões recomendados internacionalmente. No Capítulo 4 é introduzido um arcabouço teórico robusto para explorar os custos de comércio associados aos padrões agroalimentares e são averiguados os efeitos das assimetrias regulatórias pelo lado da oferta e da demanda sobre o volume e a probabilidade de comércio e sobre os preços unitários. O Capítulo 5 encerra as discussões ao retomar as hipóteses testadas e inclui recomendações de políticas públicas que possam beneficiar o setor de grãos.

Referências

- ANDERS, S. M.; CASWELL, J. A. Standards as Barriers Versus Standards as Catalysts: Assessing the Impact of HACCP Implementation on U.S. Seafood Imports. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 91, n. 2, p. 310–321, 1 maio 2009.
- BEGHIN, J. C. *et al.* Measuring Costs and Benefits of Non-Tariff Measures in Agri-Food Trade. **SSRN Electronic Journal**, p. 1–32, 2012.
- BUREAU, J.-C.; DISDIER, A.-C.; RAMOS, M. P. A Comparison of the Barriers Faced by Latin American and ACP Countries' Exports of Tropical Products. **ICTSD Project on**

Tropical Products, n. 9, p. 95 p., 2007.

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, 1 mar. 2016.

DISDIER, A. C.; FONTAGNÉ, L.; MIMOUNI, M. The impact of regulations on agricultural trade: Evidence from the SPS and TBT agreements. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 90, n. 2, p. 336–350, 1 maio 2008.

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, 30 abr. 2010.

DROGUÉ, S.; DEMARIA, F. Pesticide residues and trade, the apple of discord? **Food Policy**, v. 37, n. 6, p. 641–649, 1 dez. 2012.

EUROPEAN COMMISSION. **Chlorpyrifos & Chlorpyrifos-methyl | Food Safety**. Disponível em:

<https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/approval_active_substances/chlorpyrifos_chlorpyrifos-methyl_en>. Acesso em: 11 abr. 2021.

EUROPEAN COMMISSION. **EU Pesticides. Mancozeb**. Disponível em:

<https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/active-substances/?event=as.details&as_id=277>. Acesso em: 11 abr. 2021.

FAO. **Maximum Residue Limits (MRLs)**. Disponível em: <<http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/maximum-residue-limits/en/>>. Acesso em: 23 mar. 2021.

FASSARELLA, L. M.; BURNQUIST, H. L.; SOUZA, M. J. P. DE. Impact of Sanitary and Technical Measures on Brazilian Exports of Poultry. **Management**, p. 1–19, 2011.

FERRO, E.; OTSUKI, T.; WILSON, J. S. The effect of product standards on agricultural exports. **Food Policy**, v. 50, p. 68–79, 1 jan. 2015.

FIANKOR, D.-D. D.; CURZI, D.; OLPER, A. Trade, price and quality upgrading effects of agri-food standards. **European Review Of Agricultural Economics**, p. 341–352, 20 nov. 2020.

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, 27 fev. 2021.

FOLETTI, L.; SHINGAL, A. Stricter regulation boosts exports: the case of Maximum Residue Levels in pesticides. **MPRA Paper**, n. 59895, 2012.

FONTAGNÉ, L. *et al.* Product standards and margins of trade: Firm-level evidence. **Journal of International Economics**, v. 97, n. 1, p. 29–44, 1 set. 2015.

- FRAHAN, B. H. DE. Harmonisation of food regulations and trade in the Single Market: evidence from disaggregated data. **European Review of Agricultural Economics**, v. 33, n. 3, p. 337–360, 12 jul. 2006.
- HEJAZI, M.; GRANT, J. H.; PETERSON, E. B. **Hidden Trade Costs? Maximum Residue Limits and U.S. Exports of Fresh Fruits and Vegetables**: Center for Agricultural Trade. 2018. Disponível em: <<https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/85061/CATT-RR-2018-06.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 26 mar. 2021.
- HENSON, S.; CASWELL, J. **Food safety regulation: An overview of contemporary issues****Food Policy**Elsevier BV, , 1 dez. 1999.
- JOSLING, T. E.; ROBERTS, D.; ORDEN, D. Food Regulation and Trade: Toward a Safe and Open Global System. **Peterson Institute Press: All Books**, n. 347, 2004.
- KEE, H. L.; NICITA, A.; OLARREAGA, M. Estimating Trade Restrictiveness Indices. **The Economic Journal**, v. 119, n. 534, p. 172–199, 1 jan. 2009.
- LI, Y.; BEGHIN, J. C. Protectionism indices for non-tariff measures: An application to maximum residue levels. **Food Policy**, v. 45, p. 57–68, 2014.
- _____. A meta-analysis of estimates of the impact of technical barriers to trade. *In*: **Nontariff Measures and International Trade**. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2016. p. 63–77.
- MARETTE, S.; BEGHIN, J. C. **Are Standards Always Protectionist?** Card Working Paper. Ames, Iowa: 2012. Disponível em: <http://lib.dr.iastate.edu/card_workingpapers/467>. Acesso em: 21 abr. 2021.
- 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, mar. 2013.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. **RESOLUÇÃO - RDC Nº 177, DE 21 DE SETEMBRO DE 2017**. Disponível em: <https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/19308145/do1-2017-09-22-resolucao-rdc-n-177-de-21-de-setembro-de-2017-19308065>. Acesso em: 24 mar. 2021.
- MOÏSÉ, E.; BRIS, F. LE. **Trade Costs-What Have We Learned?** Evdokia Moïsé: OECD Trade Policy Papers. 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1787/5k47x2hjfn48-en>>. Acesso em: 23 mar. 2021.
- NICITA, A.; GOURDON, J. **A Preliminary Analysis on Newly Collected Data on Non-**

- Tariff Measures: POLICY ISSUES IN INTERNATIONAL TRADE AND COMMODITIES STUDY SERIES.** New York and Geneva: 2013. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/255979363>>. Acesso em: 23 mar. 2021.
- NIU, Z. *et al.* Non-tariff and overall protection: evidence across countries and over time. **Review of World Economics**, v. 154, n. 4, p. 675–703, 1 nov. 2018.
- OECD. **Joint Meeting of the Chemicals Committee and the Working Party on Chemicals, Pesticides and Biotechnology Guidance Document on Regulatory Incentives for the Registration of Pesticide Minor Uses:** OECD Environment, Health and Safety Publications Series on Pesticides. Paris: 2011a.
- OTSUKI, T.; WILSON, J. S.; SEWADEH, M. Saving two in a billion: Quantifying the trade effect of European food safety standards on African exports. **Food Policy**, v. 26, n. 5, p. 495–514, 1 out. 2001.
- PETERSON, E. *et al.* Evaluating the Trade Restrictiveness of Phytosanitary Measures on U.S. Fres...: Discovery Service para a Universidade de São Paulo - USP. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 4, n. 95, p. 842–858, maio 2013.
- PHILLIPS MCDUGALL. **R&D Study The Cost of New Agrochemical Product Discovery R&D Study.** United Kingdom: 2016. Disponível em: <<https://croplife.org/wp-content/uploads/2016/04/Cost-of-CP-report-FINAL.pdf>>. Acesso em: 23 mar. 2021.
- SALLES, M.; WALENDORFF, R. **Procura aumenta, e escassez de dessecante para a soja se acentua | Agronegócios | Valor Econômico.** 2021. Disponível em: <<https://valor.globo.com/agronegocios/noticia/2021/02/10/procura-aumenta-e-escassez-de-dessecante-para-a-soja-se-acentua.ghtml>>. Acesso em: 24 mar. 2021.
- SANTERAMO, F. G.; LAMONACA, E. The Effects of Non-tariff Measures on Agri-food Trade: A Review and Meta-analysis of Empirical Evidence. **Journal of Agricultural Economics**, v. 70, n. 3, p. 595–617, 10 set. 2019.
- SHINGAL, A.; EHRICH, M.; FOLETTI, L. Re-estimating the effect of heterogeneous standards on trade: Endogeneity matters. **World Economy**, p. 756–787, 2020.
- SWINNEN, J. Economics and politics of food standards, trade, and development#. **Agricultural Economics**, v. 47, n. S1, p. 7–19, 1 nov. 2016.
- TRAN, N.; WILSON, N. L.; SVEN, A. Standard harmonization as chasing zero (tolerance limits): the impact of veterinary drug residue standards on crustacean imports in the EU, Japan, and North America. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 84, n. 2, p. 496–502, jan. 2012.
- 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. 00, n. 00, p. 1–50, 25 mar. 2021.

USITC. **Global Economic Impact of Missing and Low Pesticide Maximum Residue Levels, Vol. 1**. United States International Trade Commission. Washington: 2020.

WILSON, J. S.; OTSUKI, T.; MAJUMDARSAR, B. Balancing food safety and risk: do drug residue limits affect international trade in beef? **The Journal of International Trade & Economic Development**, v. 12, n. 4, p. 377–402, dez. 2003.

WTO. **Understanding the WTO - Overview: a navigational guide**. 2021. Disponível em: <https://www.wto.org/english/thewto_e/whatis_e/tif_e/agrm1_e.htm>. Acesso em: 23 mar. 2021.

XIONG, B.; BEGHIN, J. C. Disentangling demand-enhancing and trade-cost effects of maximum residue regulations. *In: Nontariff Measures and International Trade*. 2017a. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2017a. p. 105–118.

_____. Stringent maximum residue limits, protectionism, and competitiveness: The cases of the US and Canada. *In: Nontariff Measures and International Trade*. 2017b. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2017b. p. 193–207.

YANG, Q.; HONDA, K.; OTSUKI, T. Structural demand estimation of the response to food safety regulations in the Japanese poultry market. **Eurasian Business Review**, v. 9, n. 3, p. 367–385, 28 jan. 2019.

2. ABORDAGEM TÉCNICA E PRÁTICA DAS DIFERENTES POLÍTICAS DE LMR: IMPLICAÇÕES SOBRE O COMÉRCIO INTERNACIONAL

Resumo

Os Limite Máximo de Resíduos (LMR) referem-se ao nível mais alto de resíduos legalmente tolerado nos alimentos ou rações animais (com base em análises científicas). Nesse estudo, a investigação sobre LMR recai sobre os pesticidas, cujas regulamentações passam por ajustes em importantes mercados, como a União Europeia. O objetivo dessa pesquisa é explicar, do ponto de vista das políticas comerciais, como a heterogeneidade regulatória dos LMR têm se tornado um problema para os fluxos de comércio. Para tanto, são identificadas as preocupações das partes atuantes no setor agrícola para atender aos LMR dos mercados de importação, enfatizando os casos em que os LMR são ausentes ou mais rigorosos. É dada atenção aos custos de conformidade enfrentados pelos países exportadores e os potenciais efeitos da não adequação às exigências do país importador.

Palavras-chave: Limite máximo de resíduos, Políticas comerciais, Boas Práticas Agrícolas, Heterogeneidade regulatória

Abstract

Maximum Residue Limits (MRLs) refer to the highest level of residues legally tolerated in food or animal feed (based on scientific analysis). In this study, research on MRLs falls on pesticides, whose regulations are subject to adjustments in important markets, such as the European Union. The purpose of this research is to explain, from the point of view of trade policies, how the regulatory heterogeneity of MRLs has become a problem for trade flows. The concerns of the parties active in the agricultural sector to meet the MRLs of the import markets are identified, emphasizing the cases in which the MRLs are absent or more stringent. Attention is paid to the costs of compliance faced by exporting countries and the potential effects of non-compliance with the requirements of the importing country.

Keywords: Maximum Residue Limit, Trade policies, Good Agricultural Practices, Regulatory heterogeneity

1. Introdução

Assim como a bula dos remédios traz informações sobre as orientações de uso de determinado medicamento, os pesticidas usados para a proteção das culturas agrícolas trazem em seus rótulos as instruções de manuseio, aplicação e gerenciamento do produto químico de forma segura e legal (U.S.EPA, 2021a). Todas essas informações são avaliadas por um órgão regulador que, a partir de uma série de análises de riscos baseadas em dados científicos sobre os potenciais efeitos ambientais e de saúde - incluindo o consumo diário e a exposição –, concedem uma licença para a comercialização do produto². As regulamentações de instruções

² As informações no rótulo traduzem os resultados das avaliações de risco sob um conjunto de condições, orientações e precauções que definem quem pode usar um pesticida, como, onde, quanto e com que frequência ele pode ser usado (U.S.EPA, 2021b).

aprovadas na jurisdição de um país podem não ser aprovadas em outro, mesmo que o pesticida seja idêntico e utilizado para o mesmo cultivo. Posto de outra forma, o rótulo³ de um mesmo pesticida pode ser diferente em cada mercado, mesmo quando utilizado para tratar da mesma cultura. Nesse caso, as economias que mantêm relações bilaterais de comércio devem estar atentas aos diferenciais nos requisitos exigidos domesticamente e no exterior.

Antes de explicar porque isso ocorre, é importante mencionar que após o registro do pesticida, os fabricantes de defensivos químicos devem solicitar o estabelecimento dos Limites Máximos de Resíduos (LMR), que é o nível mais alto de resíduos de pesticida legalmente tolerado nos alimentos ou rações animais, com base em análises científicas (European Commission, 2021b). Dessa forma, quando um governo aceita o registro de um pesticida, significa que ele concede a autorização para a fabricação e comercialização no país, mas não significa que esse produto possa ser usado em qualquer safra. O uso do pesticida nas lavouras só será permitido mediante o estabelecimento dos LMR para a combinação pesticida/cultura.

Em concordância com a FAO (2012), o LMR é estabelecido de acordo com a aplicação correta do pesticida, ou seja, é baseado no uso seguro recomendado pelos reguladores e autorizado nacionalmente, conforme descrito nas instruções (rótulo) da substância aprovada. A esse “uso correto” dá-se o nome de Boas Práticas Agrícolas (BPA ou *GAP - Good Agricultural Practices*). Uma vez que os países enfrentam diferentes condições produtivas, as BPA, bem como os LMR estabelecidos, podem ser distintos entre os mercados. Nos países de clima tropical, por exemplo, a alta umidade associada às temperaturas mais quentes e a ausência de um período de inverno rigoroso - fundamental para a quebra do ciclo de vida das pragas -, expõem os cultivos a uma maior vulnerabilidade às pragas e doenças em relação aos países com condições climáticas distintas (Burt, 2002). Por esse motivo, regiões de clima tropical fazem uso intensivo de pesticidas para manter a produção, empregando uma quantidade relativamente maior de substâncias químicas em relação aos países frios⁴. A essa diferença nas condições de manejo entre os países, surgem alguns problemas de ordem técnica. O primeiro deles é a ausência de LMR em determinados mercados para a combinação pesticida/cultura, e o segundo é a heterogeneidade de LMR definidos para a combinação pesticida/cultura em diferentes países.

³ Tecnicamente, quando se trata de pesticidas a palavra “Rótulo” é utilizada para designar as informações sobre o uso correto do produto químico.

⁴ Segundo Keulemans, Bylemans e De Coninck (2019) para cada aumento de 1 grau Celsius nas temperaturas globais, as perdas de safras aumentarão em 10-25 por cento. Isso ocorre, em partes, devido à pressão de pragas e doenças, já que o calor eleva as taxas reprodutivas e metabólicas das pragas.

Esses contratempos de caráter técnico refletem em questões de ordem política, uma vez que a assimetria nas regulamentações entre os diferentes mercados tem limitado efetivamente a capacidade dos países exportadores em usar certos pesticidas, principalmente quando as condições produtivas do importador e exportador são distintas, criando desafios significativos ao comércio (Martins, Michelle Márcia Viana e Burnquist, 2020)

É baseado nessas diferenças que este trabalho busca explicar, do ponto de vista das políticas comerciais, como a heterogeneidade regulatória dos LMR têm se tornado um problema para os fluxos de comércio. Para tanto, são identificadas as preocupações das partes atuantes no setor agrícola para atender aos LMR dos mercados de importação, enfatizando os casos em que os LMR são ausentes ou mais rigorosos.

Além dessa introdução, a estrutura desse documento compõe, na seção 2, os aspectos conceituais importantes para entender a dinâmica da regulamentação dos LMR sobre o comércio. Na seção 3, os pormenores técnicos para a regulamentação de pesticidas e o estabelecimento dos LMR, sendo detalhados os impasses produtivos enfrentados pelos exportadores no âmbito da produção agrícola quanto ao uso de pesticidas. A seção 4 discute a heterogeneidade regulatória, dando ênfase aos LMR ausentes e mais estritos, como também aos pesticidas proibidos em determinados mercados. Na seção 5 é realizado um levantamento dos potenciais custos de conformidade por parte dos exportadores. A seção 6 apresenta o papel dos consumidores na determinação de padrões alimentares mais rigorosos e, finalmente, as principais conclusões, dispostas na seção 7.

2. Aspectos conceituais

Os pesticidas, também expressos por defensivos químicos/agrícolas, agrotóxicos e produtos fitossanitários, são definidos como composições fitofarmacêuticas que agem para controlar uma praga alvo, como insetos (inseticida), ervas daninhas (herbicida), e doenças (fungicida, bactericida, nematicida e outros). O termo "pesticida" pode referir-se tanto ao ingrediente ativo (ou substância ativa), que são os produtos químicos que atuam no controle da praga ou doença, quanto ao produto comercializado no mercado, que pode combinar diferentes substâncias ativas e ingredientes inertes, como solventes, conservantes ou outros adjuvantes que modulam o desempenho ou a aplicação do pesticida (U.S.EPA, 2021a)

A decomposição química dos pesticidas gera os resíduos, que combinam os ingredientes ativos e seus metabólitos (compostos da degradação química do produto

fitossanitário). Após o tratamento das safras com defensivos, é possível detectar, por meio de instrumentos laboratoriais, os resíduos presentes nos alimentos (direcionados ao consumo humano ou ração animal) e na água (OECD, 2009). É por esse motivo que após a regulamentação dos pesticidas e a aprovação do uso no mercado doméstico, os governos regulamentam os resíduos, estabelecendo os LMR, para garantir que os produtos agrícolas sejam seguros para o consumo e não prejudiciais à saúde humana, animal, vegetal e ao meio ambiente.

O pedido de registro de pesticida no mercado doméstico antecede a determinação dos LMR, embora os dois processos possam se sobrepor. Os documentos necessários para compor o dossiê do pedido das duas etapas são similares, incluindo informações sobre toxicidade, metabólitos, exposição, quantidade utilizada, frequência de uso e o residual que permanece dentro ou sobre um alimento (fresco ou processado).⁵ No entanto, no processo de estabelecimento dos LMR é comum que sejam solicitadas análises complementares, como a avaliação de risco alimentar, que não é exigida para o registro de pesticidas. Além disso, o registro de um pesticida pode se estender a várias safras, enquanto o estabelecimento dos LMR é referente a uma combinação específica de pesticida/cultura. Consequentemente, a definição dos LMR é mais complexa que o registro de pesticidas, dado que cada solicitação de LMR individual é mais detalhada e potencialmente mais cara.

Pelo fato de as autoridades reguladoras terem autonomia para definir o que consideram como resíduo de pesticidas, as definições para um mesmo ingrediente ativo podem variar conforme o mercado, o que torna o processo ainda mais complexo. Essa situação descreve uma consequência típica da falta de harmonização regulatória no sistema global, criando obstáculos adicionais para a indústria química, que enfrenta custos e complexidades crescentes nos testes e ensaios necessários para as avaliações. Muitos desses desafios envolvem a falta de consenso sobre quais metabólitos específicos devem ser avaliados, o que gera incertezas sobre o escopo dos dados requisitados pelos órgãos reguladores (FAO, 2009).

As partes interessadas relatam que na UE é crescente o número de avaliações para diferentes metabólitos. Os responsáveis pelo registro dos pesticidas alegam que a identificação de um novo metabólito não indica, necessariamente, o quão tóxico ele é, e a análise de toxicidade pode ser difícil e cara de determinar para cada metabólito, exigindo tecnologias,

⁵ A avaliação do dossiê é a principal etapa da fase de registro de pesticidas. Para aumentar a eficiência do processo de avaliação de risco, as autoridades tendem a aplicar um número cada vez maior de requisitos para garantir a segurança do produto. Com base na avaliação do dossiê e de outras informações coletadas, o pesticida pode ser autorizado para o uso de acordo com as BPA domésticas. Essas práticas são descritas nas instruções do rótulo do pesticida.

métodos analíticos e equipamentos cada vez mais precisos (USITC, 2020). Como resultado, pode ocorrer um problema para a regulamentação ou renovação de um pesticida no bloco europeu, pois os custos elevados para testar novos metabólitos inviabilizam o cumprimento das exigências técnicas solicitadas, comprometendo a atuação da indústria em determinado mercado.

Conforme as necessidades e as expectativas dos produtores (que usam pesticidas) e dos consumidores (que compram os produtos agrícolas e têm a percepção de que o consumo de alimentos com menos resíduos é mais seguro⁶), criam-se duas forças políticas que atuam em direções opostas, pressionando as instituições públicas a estabelecerem regulamentos cada vez mais rigorosos (OECD, 2003). A evolução no pleito das regulamentações vem ocorrendo em um ritmo mais acelerado do que a acomodação das organizações internacionais e dos fabricantes de pesticidas em responder as influências políticas e socioeconômicas que refletem no campo legal. Nesse ínterim, o estabelecimento de LMR por alguns formuladores de políticas e agentes reguladores podem ser susceptíveis à pressão dos consumidores, resultando no aumento das exigências nos processos de avaliações de risco. No entanto, muitas vezes essas exigências não têm aparo em evidências científicas que comprovem os riscos. Para entender essa dinâmica, é importante que sejam feitas as distinções entre dois conceitos importantes no que tange à regulamentação de pesticidas: a “abordagem baseada em risco” e a “abordagem baseada em perigo”.

Para determinar se um pesticida é seguro e em quais doses e formas de manipulação ele deve ser aplicado, os reguladores consideram os perigos e riscos inerentes ao seu uso para a saúde pública e para o meio ambiente (Barlow *et al.*, 2015). O “perigo” refere-se ao potencial intrínseco de uma substância em causar danos, já o “risco” é a probabilidade de ocorrência dos danos com base no nível de exposição esperado (IPCS, 2004). Por exemplo, um determinado pesticida tem potencial em causar irritações na pele, ou seja, há um perigo eminente. Contudo, após o gerenciamento de risco, são estabelecidas dosagens ou concentrações de diluição pré-determinadas que reduzem a zero a probabilidade do risco de causar irritações. Isso significa que a partir das instruções do rótulo, o risco é mínimo.

Embora as diferenças entre perigo e risco sejam bem compreendidas na comunidade científica, os consumidores geralmente não distinguem os dois conceitos. São essas percepções variadas sobre o risco na cadeia de abastecimento que criam demandas contraditórias sobre as

⁶ Essa percepção do consumidor pode ser equivocada, pois se produtores seguem as recomendações das BPA, o uso dos pesticidas na visão dos órgãos reguladores, é segura.

políticas de segurança do alimento. Segundo Barlow et al. (2015) a abordagem de política apoiada no risco compara as estimativas de exposição com as orientações baseadas na saúde⁷, de modo a avaliar se os riscos são inaceitáveis ou se é necessária uma ação de gerenciamento de risco para limitar a exposição e reduzir a possibilidade de danos. Nesse caso, a imposição de regulamentos, a partir de uma avaliação de riscos (pautada em dados toxicológicos em várias condições de produção, consumo e exposição ambiental), estabelece valores para evitar o uso danoso (OECD, 2003). Em outras palavras, o foco dessa abordagem não está apenas em considerar os aspectos de periculosidade, mas releva a probabilidade da exposição em causar danos.

A abordagem de política apoiada no perigo, amplamente empregada pela Comissão Europeia (European Commission, 2017) e muito associada à política do “Princípio da Precaução”⁸, regula as substâncias com base em suas propriedades intrínsecas de causar danos, sem levar em conta até que ponto os produtores e consumidores podem ser expostos à substância. Essa ação regulatória proíbe o uso de determinados pesticidas e ingredientes ativos para evitar resultados adversos à saúde dos seres humanos ou ao meio ambiente, em situações de incerteza (FAO, 2016a). Se for demonstrado que um pesticida tem efeitos nocivos específicos, uma abordagem política baseada em perigo pode impor a proibição do uso do pesticida sem levar em conta o risco de exposição.

As duas abordagens recebem críticas. O problema associado a abordagem baseada em risco é que as avaliações requeridas para o gerenciamento de risco são complexas na prática e requerem uma quantidade considerável de dados que podem não ser facilmente acessíveis, consumindo tempo e recursos consideráveis. Mesmo assim, os produtos das avaliações podem gerar incertezas quanto à segurança ao produtor e ao consumidor, pois os cientistas podem chegar à diferentes conclusões fundamentadas sobre a avaliação de risco. Alguns avaliadores podem até sofrer influências políticas para aprovar algumas substâncias. Por outro lado, os críticos da abordagem baseada em perigo argumentam que os reguladores podem banir certos produtos químicos, sob o pressuposto de que são perigosos a partir de altas dosagens. No entanto, os comportamentos danosos sobre a saúde humana e o meio ambiente podem ser evitados quando há um gerenciamento de riscos que impõem dosagens seguras. Também é

⁷ Em geral, os valores de orientação baseados na saúde são calculados usando várias medidas de exposição humana a produtos químicos. Essas medidas incluem conceitos como ingestão diária aceitável (IDA), ingestão diária tolerável, dose aguda de referência e níveis aceitáveis de exposição do operador (IPCS, 2009).

⁸ O princípio da precaução permite que os tomadores de decisão adotem medidas preventivas quando as evidências científicas sobre um perigo para o meio ambiente ou para a saúde humana são incertas e os riscos são altos (Bourguignon, 2015).

mantida a opinião de que esta abordagem contribui para o aumento da preocupação, por parte dos produtores, em buscar compostos químicos potencialmente substitutos para manter a eficiência na produção.

Independentemente da abordagem política adotada por um governo, o estabelecimento dos LMR se aplica a produtos produzidos internamente e importados. Como as condições de produção dos países são diferentes e as BPA variam entre os mercados para uma mesma safra, os LMR definidos para países de clima temperado podem ser inconsistentes com as BPA e com os LMR determinados nos mercados de clima tropical. Dessa forma, os produtores de clima tropical que exportam para as regiões de clima temperado devem seguir os regulamentos do importador, produzindo sob as regulamentações impostas para as condições de clima frio. É justamente nesse ponto que as diferenças regulatórias impactam o processo produtivo do exportador, podendo ser um tanto quanto custoso aos produtores alterar o manejo de sua produção em busca de conformidade. Mas isso não é regra.

Em alguns países é estabelecida a “tolerância de importação”, que é um LMR que se aplica apenas aos produtos agrícolas importados para atender a um padrão de uso estrangeiro. A tolerância de importação deve ser solicitada se um comerciante deseja importar uma mercadoria de fora do mercado doméstico; fabricantes de produtos fitofarmacêuticos, produtores e exportadores também podem enviar a solicitação. De acordo com o setor *Pesticide Registration and Control Divisions*, do Departamento de Agricultura, Alimentos e Marinha, da Irlanda, a tolerância de importação pode ser solicitada quando um pesticida é regulamentado domesticamente mas não definido um LMR para determinada combinação pesticida/cultura, pois o produto não é produzido internamente; quando o produto é tratado por uma substância que não é mais ou nunca foi regulamentada domesticamente e; quando o produto é tratado com uma substância em uso interno, mas as BPA registradas no país exportador provavelmente resultará em resíduos mais elevados do que o estabelecido pelas BPA domésticas (PRCD, 2021).

A tolerância de importação facilita o comércio, porém é reduzido a um pequeno número de países que mantêm essa política. São eles, os Estados Unidos, Canadá, Japão, Austrália e Coreia do Sul. Destes, a Austrália mantém o melhor sistema de tolerância de importação do mundo, pois os próprios reguladores australianos averiguam as BPA agrícolas do exportador e definem os LMR de acordo com as condições de produção daquela região (Oliveira, 2020).

3. Estabelecimento dos LMR

3.1. O pedido de regulamentação

De acordo com a *European Food Safety Authority* (Erbach, 2012), todas as questões relacionadas aos limites legais de resíduos de pesticidas nos alimentos e no meio ambiente também são regulamentados, de modo que os produtos fitofarmacêuticos não podem ser colocados no mercado ou utilizados sem a prévia autorização pública (FAO, 2016b). Um pesticida só é aprovado se for demonstrado que a substância e seus resíduos não apresentam efeitos nocivos imediatos ou retardados em termos de saúde pública, ou seja, sua exposição não deve ser danosa, independente se ocorre diretamente (no ato da aplicação), por meio do consumo da água, alimentos, rações ou pelo ar, bem como pelos efeitos cumulativos e sinérgicos (Erbach, 2012).

Segundo a FAO (FAO, 2021b), os LMR são baseados em dados de BPA nacionais e os produtos agrícolas que cumprem os respectivos níveis são considerados toxicologicamente aceitáveis para consumo. O estabelecimento dos LMR é supervisionado pelos reguladores de um mercado individual ou pelo *Codex Alimentarius*, uma organização que determina os padrões internacionais para os principais pesticidas utilizados no mundo.⁹

O processo para a solicitação de um LMR nos mercados individuais inicia-se com uma pré-fase, em que os agentes da indústria química preparam o dossiê de pré-candidatura (etapa análoga à fase de pré-registro de pesticida). Essa aplicação normalmente requer o envio de dados de vários anos, incluindo os resultados de testes de eficácia, estudos ambientais e de toxicologia humana e estudos sobre a exposição ao produto químico.¹⁰ O compilado desses dados pode compor dezenas de milhares de páginas e o acesso a todos os requisitos exigidos pode custar milhões de dólares. A próxima fase é iniciada com o envio do dossiê, sendo posteriormente avaliado por especialistas. Nessa etapa, os requerentes devem incluir as principais informações que foram geradas para o processo de registro de pesticida, além de uma série de dados referentes ao consumo e exposição para uma combinação específica pesticida/cultura. As autoridades técnicas investigam a veracidade das informações e a agência reguladora aprova ou rejeita o pedido de estabelecimento do LMR. Se aprovado, os efeitos dos

⁹ O papel do *Codex* no estabelecimento dos LMR é aprofundado na seção 3.6.

¹⁰ Os requisitos de dados variam com base no grupo de pesticidas (por exemplo, químico ou microbiano), tipo de pesticida (inseticida, herbicida, fungicida e outros), o uso pretendido (em plantações para consumo humano ou em mosquiteiros para controle de vetores de doenças), e o tipo de registro (por exemplo, nova formulação de produto, nova substância ativa ou extensão de um registro existente). Os reguladores exigem que os fabricantes gerem uma variedade de dados, como a identidade e composição da substância, propriedades físicas e químicas, métodos de aplicação propostos, resíduos, exposição, classificação, rotulagem e embalagem (FAO, 2016a).

pesticidas para o qual o LMR foi concedido são monitorados e avaliados, com revisões e renovações conduzidas periodicamente (USITC, 2020).

Segundo os fabricantes, as exigências em relação as aplicações submetidas variam entre os países e, mesmo que os cientistas empreguem metodologias internacionalmente aceitas para conduzir suas avaliações, os reguladores podem chegar a diferentes conclusões sobre um mesmo defensivo e estabelecer diferentes LMR, podendo, inclusive, rejeitar o pedido (USITC, 2020).

3.2. Os testes de resíduos

Um LMR compreende três partes, uma definição de resíduo, uma definição de amostra (tamanho e componente a ser analisado) e um valor numérico. A definição do LMR é idealmente definida em um nível que seja suficientemente alto para impedir a propagação de pragas e doenças, garantindo a eficiência produtiva, e suficientemente baixo para não representar um risco inaceitável para a saúde pública. Subestimar o alto nível de resíduo expõe o consumidor e o produtor ao risco, enquanto a superestimação do alto nível de resíduo pode levar os reguladores a não permitir o uso, restringindo desnecessariamente o acesso a um determinado pesticida. Em qualquer caso, o grau de conservadorismo na avaliação de risco deve priorizar a segurança do consumidor (MacLachlan e Hamilton, 2010)

Para estabelecer os LMR os reguladores devem considerar a natureza da amostra por onde serão supervisionados os ensaios. Os dados de resíduos devem ser provenientes de testes de campo que cobrem uma variedade de climas, práticas de cultivo, safras e cultivares. Esse esforço, combinado com os testes de eficácia, determinam a menor taxa efetiva de tratamento para a combinação pesticida/cultura, a partir daí, são estabelecidas as BPA. Como os testes de campo são caros e permitem o uso em culturas menores, os reguladores forneceram orientações quanto ao número mínimo de testes que devem ser submetidos para estabelecer um LMR (FAO, 2016b; MacLachlan e Hamilton, 2010).

O número de testes de campo depende do tipo de safra cultivada, que varia com o tamanho da área plantada e conforme o mercado. Em alguns países, varia também com a importância do produto na dieta ou no comércio (Harris e Pim, 1999). Para grandes safras, como o trigo, são exigidos até 12 testes na Austrália, 16 no Canadá e 8 na UE (USITC, 2020). Ainda citado pelo estudo conduzido pela *U.S. International Trade Commission* (USITC, 2020), um representante da indústria indicou que para garantir que um LMR estivesse em conformidade com os regulamentos norte-americanos, europeus e chinês, foram necessários, no total, 36 testes

de campo para definir diferentes LMR para determinada combinação pesticida/cultura. A Tabela 1 expõe os valores médios exigidos para um conjunto de nove países/regiões.

Tabela 1: Número mínimo de testes necessários para culturas principais e secundárias em mercados selecionados.

	Austrália	Brasil	Canadá	China	Codex	Coreia do Sul	UE	Japão	Taiwan
Culturas principais	6 - 12	4*	8 - 16	12	8	6	8	6	3
Culturas secundárias	2 - 6	4	1 - 5	-	4 - 5	3	4	3	1

Fonte: Elaboração própria. Adaptado de USITC (2020, p. 168). *De acordo com um representante da indústria, o Brasil deve ajustar o número necessário de testes para as culturas principais de 4 para 8 (USITC, 2020).

Um fator que explica os diferentes requisitos de testes se deve pela forma da qual os mercados definem as culturas principais e secundárias. As safras primárias ou principais são aquelas cultivadas em grande escala, a exemplo da produção de grãos. Já as culturas secundárias, são entendidas como especialidades de alguns países, como o cultivo de frutos vermelhos, berinjela e pistache (OECD, 2011a). Essa inconsistência pode representar um obstáculo aos fabricantes, uma vez que as safras designadas como secundárias em uma jurisdição podem ser consideradas como principal em outra, consequentemente, os pesticidas projetados para uso em culturas secundárias podem ter pelo mesmo o mesmo número de testes que as safras principais exigem. Por essa razão, as pequenas produções tendem a ser menos lucrativas comercialmente para a indústria química, e também mais arriscado para os produtores, que podem enfrentar perdas produtivas por não existir defensivos específicos para determinada praga ou doença para uma cultura individual (USITC, 2020).

Uma observação destacada por Maclachlan e Hamilton (2010) é que a análise de resíduos dos ensaios pode apresentar resultados surpreendentemente variáveis sob um mesmo método analítico, utilizando a mesma variedade de cultura e sob as mesmas condições de manejo do pesticida, que inclui taxa de aplicação, intervalo entre duas aplicações, intervalo entre a última aplicação e a colheita (intervalo de pré-colheita) e outras especificidades. Isso ocorre pela grande variabilidade das práticas de cultivo. Os autores mencionam como exemplo a produção do tomate cereja *versus* tomate de processamento. Ocorre também pelas diferenças na exposição ao clima, como cultivo em campo *versus* cultivo em estufa. Os ensaios também são suscetíveis a viés em um ou mais parâmetros, como os diferentes equipamentos de pulverização utilizados ou a qualidade e condições de pulverização.

Nesse caso, é esperado que um conjunto bem planejado de testes reflita a variabilidade de resíduos que, provavelmente, ocorrerão na prática agrícola normal (quando um pesticida é usado sob condições de BPA) e sob condições críticas, considerando, por exemplo a taxa máxima de aplicação e intervalo mínimo de pré-colheita. Os métodos estatísticos devem propor

um nível máximo de resíduos que contemple os casos críticos, aumentando o nível de segurança ao consumidor e ao produtor (MacLachlan e Hamilton, 2010).

3.3. Culturas secundárias e grupo de culturas

Os produtores de safras secundárias enfrentam certa dificuldade em garantir o estabelecimento de LMR para suas culturas domesticamente e nos mercados de importação. As culturas secundárias envolvem as colheitas especiais que, normalmente, apresentam as áreas cultivadas inferiores a produção das principais culturas - como milho, soja, trigo e arroz. Desse modo, as escalas de produção podem não justificar o registro para o uso de pesticida por parte do requerente, mesmo que essas safras – muitas vezes caracterizadas pelo alto valor - sejam importantes para compor a receita agrícola de produtores em diversos países (OECD, 2011b)

Os pesticidas utilizados em culturas secundárias podem oferecer um menor retorno econômico à indústria química quando comparados aos ganhos auferidos pelas safras principais, sobretudo pelos altos custos para gerar os dados necessários para obter e manter a aprovação do defensivo e regulamentar a responsabilidade desses usos. Isso é ainda mais desafiador quando o estabelecimento do LMR para determinada cultura secundária se dá em um país que não produz um produto específico, apenas o importa. De acordo com a OCDE (2011) o custo para estabelecer um LMR para as produções secundárias pode chegar a US\$500.000 por combinação pesticida/cultura, esse valor pode sobrepor os ganhos potenciais das vendas dos defensivos e os fabricantes podem decidir direcionar seus recursos para a determinação de LMR em culturas que proporcionam um maior retorno. Consequentemente, diante da falta de interesse por parte do fabricante em solicitar o LMR e pela necessidade dos produtores em garantir o acesso aos pesticidas que mantenham sua eficiência produtiva, ocorre de os próprios agricultores assumirem a iniciativa de coletar as informações necessárias e preparar o dossiê para o requerimento aos órgãos reguladores (USITC, 2020).

Para as regiões onde as condições climáticas são consideradas homogêneas, é possível extrapolar os dados para uma combinação pesticida/cultura. A extensão de uso ou o histórico de uso em outro país que gerou os dados, podem ser aceitos caso as condições sejam comparáveis. Todavia, quando os dados dos testes são exigidos para diversas regiões geográficas dentro de um mesmo mercado, a dificuldade e os custos para solicitar um LMR torna o processo ainda mais desafiador (OECD, 2020).

Em alguns casos, os governos podem fornecer apoio financeiro e técnico aos produtores, o que pode ser ilustrado pelo projeto “*Interregional Research Project #4*”,

financiado pelo Estado norte-americano para apoiar o registro de pesticidas em culturas alimentares especiais (secundárias) nos EUA e nos países em desenvolvimento (IR-4 Project, 2021). Mas ainda que isso ocorra, a falta de harmonização com outras economias limita o comércio das safras menores (USITC, 2020). Para expor um exemplo prático, a Tabela 2 ilustra o número de LMR estabelecidos para a cultura de manga em 2018. Constam nessa lista apenas os países que regulamentam ao menos um LMR para essa cultura. Os demais países que apresentam processos regulatórios próprios para a determinação dos LMR, como Japão, Austrália, Coreia do Sul e China, não apresentam qualquer regulamento para o referido produto, embora alguns sejam adeptos à política de tolerância de importação.

Tabela 2: Número de LMR estabelecidos para a combinação pesticida/manga e total de países que estabeleceram os limites de resíduos em 2018.

Países	Brasil	Canadá	Codex	Rússia	EUA
Número de LMR estabelecidos para pesticida/produção de manga	46	35	37	31	80

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da Homologa (2021).

Uma solução proposta pela comunidade reguladora é considerar, nas culturas menores, extrapolar o valor de uma cultura representante para um conjunto de outras culturas botanicamente similares, chamados agrupamento de culturas (U.S.EPA, 2021a). No Brasil, por exemplo, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento estabelece, a partir da Instrução Normativa Conjunta nº1, sete agrupamentos para extrapolação de LMR. No grupo “Frutas com casca comestível” é solicitada a avaliação técnico-científica para o desenvolvimento dos LMR do morango ou acerola (na classificação 2A¹¹). O valor estabelecido para essas culturas, que são representativas do grupo, é extrapolado para outras frutas, incluindo acerola, amora, azeitona, framboesa, pitanga, seriguela, mirtilo e morango (MAPA, 2014).

Esse procedimento permite reduzir a carga de coleta de dados para múltiplos requerimentos, ampliando o número de LMR para colheitas menores. Ainda assim, a inexistência de uma definição amplamente aceita sobre quais são as culturas secundárias refletem uma dificuldade para os exportadores de produtos agrícolas especiais, cabendo a cada órgão regulador selecionar os produtos que desejam incluir em grupos de culturas específicas, de acordo com suas próprias preferências. Como resultado, os agrupamentos de culturas são diversificados entre os mercados, a exemplo do exposto na Tabela 3, que mostra os diferentes agrupamentos para dois produtos (pistache e batata doce) em quatro países.

¹¹ O grupo “Frutas com casca comestível” compreende 3 subgrupos, cada qual com suas respectivas culturas representativas de acordo com suas afinidades botânicas (MAPA, 2014).

Tabela 3: Desarmonia dos agrupamentos de culturas: Classificação de pistache e batata doce em diferentes mercados.

	Austrália	Coreia do Sul	Japão	UE	Taiwan
Pistache	Nozes	Amendoim ou nozes	Outras nozes	Nozes	Nozes (inclui coco)
Batata-doce	Legumes	Batatas	Batatas	Raízes tropicais e tubérculos vegetais	Raiz, bulbo e tubérculos vegetais

Fonte: Elaboração própria. Adaptado de USITC (2020, p. 172).

A desarmonia verificada na classificação para os agrupamentos dificulta os esforços internacionais para racionalizar a coleta de dados de LMR para culturas menores.

3.4. Pesticidas genéricos

Retomando a analogia dos medicamentos, quando os prazos de patentes expiram, os governos liberam as fórmulas dos remédios para que outras empresas possam produzi-los, tornando-os “genéricos”. A mesma lógica ocorre para os pesticidas.

Os agroquímicos genéricos são produtos similares aos registrados no passado quando eram patenteados. A quebra de patentes reduz os monopólios e os oligopólios no mercado de defensivos e permite que outras empresas possam produzir genéricos, com isso, os produtores se beneficiam ao adquirir produtos a preços inferiores aos protegidos por patente, reduzindo seus custos com insumos químicos. Por outro lado, os genéricos limitam os incentivos econômicos dos fabricantes, que podem ser desestimulados a renovar os registros de uso dos pesticidas. Seguindo a reflexão econômica do “*free rider*”, as empresas concorrentes terão um benefício na qual elas não pagaram, justificando o eventual desinteresse da fabricante em arcar com os custos de renovação.

Partindo do pressuposto que a fabricante original não tenha interesse em promover a renovação, Yeung et al. (2017) enumeram uma série de desafios que podem comprometer o uso de um produto genérico. O primeiro deles é a falta de acesso das atuais fabricantes ao pacote original de envio de dados usado para registrar o pesticida patentado. Essas empresas podem não realizar a pesquisa necessária para gerar os dados requeridos, pois os custos de fazê-lo não seriam justificados pelos retornos antecipados. Outro impasse ocorre quando os governos mudam ou atualizam seus processos e requisitos de testes, passando a exigir dados mais detalhados, complexos e caros. Lantz (2016) ilustra essa última situação exemplificando o caso da Coreia do Sul, em que o país passa por um processo de reformulação no sistema de LMR. Antes da atualização do sistema, na ausência de um determinado LMR nacional para a combinação pesticida/cultura, seria aplicado o LMR do *Codex* específico para aquela combinação. Na inexistência do LMR do *Codex*, seria aplicável um LMR sul-coreano

estabelecido para um produto similar. A partir de 2017, no entanto, o sistema atual entrou em vigor. A partir daí foi eliminada a possibilidade de aceitar qualquer LMR que não seja estabelecido pelas autoridades nacionais. Na ausência de um LMR, passa a ser aplicada uma tolerância *default* de 0,01 ppm (a concentração mais rigorosa estabelecida para um LMR, sendo mais flexível, apenas, para o caso do banimento do pesticida). Nessa transição, foi solicitado um pacote de dados aos registrantes para que ocorra a revisão dos regulamentos definidos anteriormente, a um custo médio de US\$5.000 por LMR. Como os produtos genéricos são vendidos por um grande número de registrantes, o autor questionou qual empresa seria a responsável por fazer a solicitação e arcar com os custos: a fabricantes original ou as atuais fabricantes?

Outra dificuldade na renovação de pesticidas genéricos está associada aos avanços tecnológicos que passam a detectar riscos não averiguados no passado, comprometendo as chances de renovação e reduzindo ainda mais o estímulo dos fabricantes em oferecer suportes financeiros para a regularização dos pesticidas.

Por todas as razões mencionadas, pode não haver interesse por parte das indústrias em renovar um produto ou seus respectivos LMR, cabendo aos produtores buscar a renovação. Como efeito, os pesticidas genéricos podem perder a renovação em alguns mercados e os produtores podem ser limitados ao acesso de produtos que ainda são utilizados e eficazes no combate às pragas e doenças. Conforme pontuado por Yeung et al (2017), diante da ameaça da não legalização dos pesticidas, alguns produtores optam por substituí-los para manter o acesso aos mercados que não aceitam os genéricos. Não obstante, arcam com o ônus de maiores custos produtivos na utilização de defensivos alternativos.

3.5. Padrões do setor privado

Os padrões privados tornaram-se uma parte predominante da governança do setor agroalimentar nos últimos anos. Empresas privadas e coalizões de definição de padrões (como Organizações Não Governamentais, ONGs), criaram e adotaram padrões de segurança alimentar avaliando aspectos sobre a qualidade do produto e que saem do escopo organolépticos, como questões ambientais e sociais relacionadas à produção (Henson e Humphrey, 2009). Estes padrões voluntários são cada vez mais monitorados e aplicados por meio de certificações de empresas independentes, que os aplicam como mecanismos de sinalização de qualidade para acessar mercados de alto valor (Fiankor, Martínez-Zarzoso e Brümmer, 2019). A empresa *Rainforest Alliance*, por exemplo, certifica os produtos agrícolas de acordo com normas para a agricultura sustentável, tornando esse atributo um diferencial no

mercado de agroalimentos.

O fator que estimulou o desenvolvimento desses padrões, foi o aumento dos níveis de responsabilidade sobre as empresas de alimentos em relação aos aspectos de inocuidade alimentar. A esse fato, muitas empresas desenvolveram seus próprios padrões, notadamente por meio de normas de boas práticas agrícolas, boas práticas de fabricação, rastreabilidade e exigência de certificação dos fornecedores (Liu, 2009).

Essa questão levantou questionamentos profundos sobre o papel das instituições públicas e privadas em estabelecer e fazer cumprir as normas de segurança alimentar, pois os padrões privados podem capturar uma série de características diferentes, incluindo o uso de pesticidas e outros requisitos (Dries *et al.*, 2005). Por essa razão, Fiankor, Martinez-Zarzozo e Brümmer (2019) alegam que os padrões auditados por terceiros, é uma tentativa dos varejistas normalizarem as práticas do agronegócio entre os países. Somado a isso, a competição pela qualidade fornece incentivo adicional para a adoção de padrões “elevados”, de forma que adotar um padrão e divulgá-lo é uma estratégia para melhorar a imagem corporativa, diferenciar os produtos e agregar valor (Liu, 2009).

Segundo Henson e Humphrey (2009) os requisitos privados são frequentemente caracterizados como mais abrangentes que os padrões públicos. O termo “mais abrangente” envolve pelo menos três elementos. Primeiro, os padrões privados podem incluir atributos específicos e adicionais aos produtos alimentícios, isso significa que as exigências podem ser mais rigorosas ou mais extensas que as definidas pelas autoridades públicas (esta é, provavelmente, a perspectiva mais aceita sobre a relação entre os padrões privados e públicos). Em segundo lugar, os padrões privados podem aumentar o escopo das atividades reguladas pelo padrão privado, incluindo elementos adicionais às características do produto, como os efeitos ambientais e sociais. E por último, os padrões privados são muito mais específicos e prescritivos sobre como alcançar certos resultados do que no caso dos padrões públicos. Isso porque as normas públicas obrigatórias estabelecem os parâmetros básicos de um sistema de segurança alimentar, enquanto as normas privadas elaboram sobre como esse sistema deve “parecer” para ser eficaz. Alguns regulamentos públicos também desempenham essa função, quando especificam procedimentos particulares a serem adotados por produtores e processadores de alimentos para garantir a inocuidade alimentar, como a política de estabelecimento de LMR.

Na UE, particularmente, os compradores do varejo, como as grandes redes de supermercados, podem definir seus próprios requisitos. Fagotto (2014) cita a *Global GAP*, *Safe Quality Food (SQF)* e o *British Retail Consortium Global Standards for Food Safety (BRC)* e

comenta que os padrões privados têm escopos diferentes. Alguns cobrem a produção de produtos agrícolas (Global GAP), enquanto outros se aplicam à fase de fabricação (BRC). De acordo com a autora, embora o sistema regulatório privado de segurança do alimento apresente uma natureza formalmente voluntária, as normas são tão difundidas que têm se tornado intrinsicamente obrigatórias, de tal forma que ignorá-las equivale a perder parcela de mercado.

Na percepção da UE, os padrões privados para o uso de pesticidas e níveis de resíduos aceitáveis, são mais rigorosos que os LMR estabelecidos pelo Parlamento Europeu (Yeung *et al.*, 2018). Como justificativa, as empresas argumentam que a partir de requisitos mais rígidos é possível assegurar o cumprimento dos padrões públicos (Henson e Humphrey, 2009). Isso sugere que alguns países apresentam capacidade regulatória fraca, requisitos diferentes ou sistemas de fiscalização limitados, portanto, os produtores podem vender mais facilmente alimentos contaminados ou adulterados (Fagotto, 2014).

Tanto é verdade que algumas cadeias de varejo de alimentos só comercializam produtos cuja produção estabelece LMR abaixo do que é definido pelos órgãos do governo. Inclusive, podem exigir que certos produtos químicos, embora de uso legal, não sejam aplicados à produção dos produtos vendidos em seus estabelecimentos. Um produtor e exportador peruano de abacates apontou que os mercados privados na Alemanha geralmente exigem que sejam aplicados apenas 33% do LMR oficial determinado pela UE para certos pesticidas (USITC, 2020). O não atendimento dessa exigência pode implicar na não efetivação das exportações para esse mercado. Yeung *et al.* (2017) concluem que pelo fato de muitos requisitos não serem baseados na ciência, são impulsionados por estratégias de marketing para incrementar as vendas, como uma espécie de diferenciação do produto.

3.6. Estabelecimento de padrões internacionais: o papel do *Codex Alimentarius*

3.6.1. Objetivos do *Codex*

Existe uma série de esforços internacionais para harmonizar os LMR e outras políticas sanitárias e fitossanitárias relacionadas. Nesse contexto, o *Codex Alimentarius* (ou apenas *Codex*) é um dos esforços globais mais reconhecidos mundialmente para este fim.

Desde 1963, o *Codex* opera como um sistema colaborativo das Nações Unidas, contribuindo para a criação de padrões, diretrizes e códigos de práticas internacionais. O ambiente colaborativo é baseado na ciência, reunindo expertise de pesquisadores que atuam de forma imparcial para assegurar a consistência com o conhecimento científico. Nesse sentido, o *Codex* torna-se uma importante instituição para desenvolver a capacidade dos países que

trabalham para fortalecer seus sistemas de controle de segurança nacional, também representa um importante ponto de referência internacional para o estabelecimento de padrões alimentares voluntários, possibilitando aos mercados referi-los ou emprega-los como parte dos regulamentos domésticos, garantindo que o comércio flua globalmente (FAO, 2018a).

O *Codex* é supervisionado pela Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) e pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e a principal forma de comunicação com a instituição ocorre pela *Codex Alimentarius Commission* (CAC), um comitê executivo aberto e participativo que reúne, anualmente, delegações que incluem representantes dos governos, das indústrias alimentícias, das organizações de consumidores, das indústrias químicas e das instituições acadêmicas. Também é atribuído ao CAC o papel de publicar todas as normas coletivas e os documentos relacionados, sendo estes atualizados constantemente. Entre os padrões de segurança dos alimentos publicados pelo CAC, estão os LMR, que é alterado a cada ano pelo *Codex Committee on Pesticide Residues* (CCPR). Para facilitar as transações comerciais, o CAC colabora com os estados membros ao definir LMR para determinadas combinações pesticida/cultura. Esse esforço consiste em promover a harmonização entre os agricultores de diferentes economias, fabricantes de pesticidas e consumidores. Como resultado, a Organização já estabeleceu mais de 4800 LMR para diferentes safras (FAO, 2018b).

Além de propor padrões a serem seguidos internacionalmente, o *Codex* promove a harmonização por meio de um fórum de discussão, onde os países podem propor melhores práticas para definição de LMR. Isso ocorre, por exemplo, na discussão sobre os agrupamentos de culturas entre os países membros. O *Codex* também oferece um suporte para que os estados usem os padrões da instituição para propor melhores práticas a outros mercados (USITC, 2020).

A Organização Mundial do Comércio reconhece, nos artigos 3 e 5 do Acordo de Medidas Sanitárias e Fitossanitárias (Acordo SPS), o papel fundamental do *Codex* na harmonização dos padrões que comprometem os fluxos internacionais de alimentos. Em relação aos resíduos de pesticidas, particularmente, as recomendações estabelecidas pelo CAC, abordadas pelo Acordo SPS, são referentes as práticas associadas ao registro e a fixação dos LMR (CODEX, 2021; WTO, 1995). Para a OMC, os métodos analíticos e de amostragem, bem como os LMR definidos nos padrões do *Codex*, são cientificamente justificados. De modo que a OMC recomenda aos membros que adotem as diretrizes do *Codex* como base para a determinação dos seus LMR. No entanto, alguns países justificam o estabelecimento de LMR mais rígidos que os do *Codex*, alegando que a avaliação de risco realizada pelos órgãos

reguladores nacionais é consistente com política doméstica de segurança alimentar.

Se um país adotar, especificamente, os padrões do *Codex* como sua política oficial de determinação de LMR, os governos devem mencionar nas legislações ou nos regulamentos nacionais essa decisão. Mesmo que nos últimos anos tem havido uma preocupação sobre o crescente número de países que determinam suas próprias políticas nacionais para padrões LMR (lista positiva), muitos mercados continuam a usar o *Codex* como referência. A Tabela 4 traz informações de como os LMR do *Codex* são usados pelos países. Observa-se que independentemente da direção de política adotada, a maioria dos países usa o *Codex* como ponto de referência, demonstrando a relevância dos padrões internacionais para definir LMR.

Tabela 4: Como os países usam os LMR do *Codex*.

Países com política de LMR própria, mas aderem ao <i>Codex</i> quando um LMR nacional não é definido. Alguns desses países também aplicam LMR dos EUA, UE e/ou padrão em “árvores de decisão” ¹² para LMR mais complexos.	Países que aderem ao <i>Codex</i> e incluem exceções aos EUA e/ou UE.	Países sem uma lista de LMR nacional submetem-se totalmente ao <i>Codex</i> .
Argentina, Brasil, Brunei, Chile, Costa Rica, Etiópia, Polinésia Francesa, Israel, Quênia, Coreia, Malásia, Marrocos, Nepal, Nova Zelândia, Filipinas, Arábia Saudita, Cingapura, África do Sul e Tailândia	República Dominicana, Egito, Honduras, Panamá, Paraguai, Emirados Árabes Unidos	Afganistão, Angola, Bahamas, Bangladesh, Barbados, Belize, Bermuda, Bolívia, Bósnia e Herzegovina, Camboja, Colômbia, Cuba, Curaçao, Equador, El Salvador, Fiji, Gâmbia, Gana, Guatemala, Jamaica, Jordânia, Líbano, Líbia, Malawi, Moçambique, Mianmar, Nicarágua, Nigéria, Paquistão, Peru, Senegal, Saint Maarten, Sri Lanka, Sudão, Síria, Tanzânia, Trinidad e Tobago, Tunísia, Uganda, Uruguai, Venezuela, Zimbábue

Fonte: Elaboração própria com base em Berry (2016).

Alguns ajustes nas políticas de LMR dos EUA, UE, Canadá e Japão podem considerar os padrões do *Codex*. A UE, especificamente, alega alinhamento de suas definições de LMR de acordo com o *Codex* desde que sejam atendidas três condições: (i) se a UE já estabelece os LMR para o produto em questão; (ii) se o LMR da UE é inferior ao do *Codex* e; (iii) se o LMR do *Codex* é aceitável para a UE no que diz respeito a áreas como a proteção à saúde do consumidor, dados de apoio suficientes e extrapolações (USITC, 2020).

3.6.2. Órgãos e processo de definição do *Codex* e revisão dos LMR

Os dois principais órgãos subsidiários envolvidos no estabelecimento de LMR do *Codex* são, o já mencionado *Codex Committee on Pesticide Residues* (CCPR) e o *Joint*

¹² A partir de um exemplo prático, explica-se o que é “árvore de decisão”: O antigo sistema de LMR sul coreano era baseado em uma “árvore de decisão”. A Coreia primeiro aplica um LMR nacional, se houver. Caso contrário, ele usará um LMR do *Codex* específico para a combinação pesticida/cultura. Se não existir nenhum o LMR do *Codex*, ele aplicará um LMR nacional estabelecido em um produto semelhante (Lantz, 2016).

FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues (JMPR). O CCPR é formado por representantes de governos nacionais e atua como o órgão de gestão de risco do *Codex*. Esse Comitê é responsável, principalmente, por recomendar LMR para adoção pelo CAC, ou seja, determinam os LMR a serem calculados e definem o cronograma do JMPR para o estabelecimento dos LMR propostos no ano. O JMPR é o órgão de avaliação de risco do *Codex* e fornece aconselhamento científico à FAO, à OMS e ao CCPR por meio de especialistas científicos independentes (e não representantes do governo) garantindo recomendações baseadas em conhecimentos técnicos, independente de influência política. O JMPR não tem funções de aprovação ou registro de LMR, mas de estimação e revisão, ao recomendar os padrões adequados de LMR com base em BPA estabelecidas por avaliação de risco científico (FAO, 2018b). Juntas, as funções do CCPR e do JMPR são projetadas para assegurar uma revisão científica completa.

O processo de solicitação de um pedido de LMR pelo *Codex* inicia-se por um membro da instituição (países e UE) ou um observador¹³ (diferente do pedido de LMR para registro nacional, em que o mesmo é solicitado por um fabricante de pesticida). A submissão formal da proposta de norma a ser desenvolvida (documento do projeto), deve listar a coleta de dados, testes e estudos de toxicologia para realizar as avaliações de risco e perigo (FAO, 2018b). Para que a proposta de LMR seja aprovada e incluída no cronograma de revisão do *Codex*, o membro nomeado deve ter o registro do pesticida para uso no mercado interno e comprometer-se a fornecer os dados de apoio para a revisão em todo o processo (FAO, 2018a). As propostas aprovadas são priorizadas e atribuídas ao JMPR para concluir a avaliação de risco e ao CCPR para concluir a gestão de risco (USITC, 2020). Após essa etapa, as recomendações de LMR do JMPR são distribuídas entre os membros da CAC e para as organizações internacionais interessadas, que podem enviar comentários. Os *feedbacks* recebidos são considerados e acompanhados pela JMPR para possíveis revisões. Quando todos os comentários forem averiguados, o LMR proposto é submetido ao Comitê Executivo para análise crítica e, em seguida, para a CAC, que efetiva a adoção do LMR (FAO, 2018a).

O processo do *Codex* para definir os LMR tem sido bem sucedido em muitos aspectos. Embora nem todas as partes interessadas concordem em adotar o conjunto de LMR definidos pelo *Codex*, outros expressaram respeito pelo processo científico e apoio à harmonização dos padrões. Entretanto, de acordo com o relatório do USITC (2020), o *Codex* também tem desafios a serem superados, o maior deles refere-se ao tempo levado no processo de desenvolvimento e

¹³ Órgãos técnicos especializados, indústria e as associações de consumidores que contribuem para o processo de estabelecimento de normas com um o objetivo de promover a colaboração e a transparência.

aprovação/revisão de um LMR, que pode levar anos. Isso ocorre, em partes, pelo fato de o processo ser projetado especificamente para acomodar todas as preocupações dos membros, enfatizando a busca pelo consenso em cada estágio do processo. Como resultado, as etapas de comentários e revisão podem permitir que vários problemas tornem o processo mais demorado, elevando o custo e o tempo de aprovação.

Sobre a revisão dos LMR aprovados pelo *Codex*, estes estão sujeitos a reavaliações periódicas à medida que informações adicionais são disponibilizadas para o JMPR. Esse processo é equivalente ao procedimento de renovação no estabelecimento nacional liderado por um mercado. Quando um pesticida se torna genérico e perde o apoio de um fabricante, a responsabilidade de fornecer os dados e outras informações relevantes para a reaprovação é do país solicitante.

Um pesticida que não foi revisado por mais de 15 anos ou não apresentou uma revisão significativa do LMR pelo *Codex*, será incluído em uma lista de prioridade. Se esse período ultrapassar 25 anos, ele é transferido para uma lista de prioridade mais alta. Um membro pode solicitar que o pesticida seja movido da lista de prioridade para prioridade mais alta, essa solicitação é averiguada por uma análise. Os mercados que apresentam problemas de saúde pública relacionados aos LMR, podem nomear um produto para a lista de prioridade mais alta, mesmo que o defensivo tenha sido revisado nos últimos 15 anos. Os pesticidas que ultrapassarem 25 anos sem revisão e não forem apoiados por algum membro ou observador, são revogados (FAO, 2018a).

4. Heterogeneidade regulatória

4.1. LMR ausentes ou menores (mais rigorosos)

Em todas as cadeias de abastecimento agrícola do mundo, as partes interessadas estão preocupadas com as diferenças nos LMR definidos pelos mercados. Independente se um governo adota os padrões recomendados do *Codex* (em partes ou totalmente), ou estabelecem sua própria política nacional de LMR, os produtos regulamentados geralmente são os produtos produzidos internamente e importados. A essa questão e considerando o fato de que as políticas de inocuidade alimentar são heterogêneas entre as economias, os exportadores lidam com LMR ausentes ou mais restritivos nos mercados de exportação.

Quando um LMR não existe, reguladores podem estabelecer uma "tolerância de importação" criando um padrão que se aplica apenas aos produtos oriundos do comércio

exterior. Em outros casos, quando um LMR é inferior ao do mercado produtor, os reguladores podem aumentar os LMR existentes para acomodar os padrões de uso estrangeiro. Os LMR mais baixos são entendidos como um termo relativo: os exportadores agrícolas consideram os padrões do parceiro comercial como mais rigorosos quando os LMR desse mercado forem menores que os definidos na jurisdição doméstica, na jurisdição de outro mercado de exportação ou inferiores aos LMR do *Codex*. Os exportadores também podem considerar os LMR do importador como mais restritivos se tiverem sido ajustados a um nível inferior em relação ao patamar estabelecido anteriormente. Consequentemente, os exportadores lidam com diferentes LMR para uma mesma combinação pesticida/cultura. Além disso, nem todos os mercados para os quais deseja-se exportar existe um LMR que cubra a referida combinação, nomeadamente os LMR ausentes.

Diferenças entre os LMR, incluindo quando estão ausentes ou são relativamente baixos, impactam o comércio agrícola de várias maneiras. Exportadores agrícolas podem não ser capazes de vender suas safras para países onde os LMR são menores do que os estabelecidos no mercado interno. Em alguns casos, os LMR são tão baixos que é difícil para os produtores cumprirem, pois os níveis estabelecidos podem não ser suficientes para garantir que a produção esteja protegida contra pragas e doenças. Um LMR ausente para uma combinação pesticida/cultura em um determinado mercado pode significar que o uso do pesticida em uma determinada safra é automaticamente proibido. De tal modo, o LMR ausente pode impedir os exportadores de enviar seus produtos tratados com determinado defensivo para esse mercado. Por fim, mudanças ou políticas pouco claras na importação dificultam as decisões de produção e exportação dos agricultores, que dependem da transparência e previsibilidade no sistema de negociação.

Os efeitos dos LMR ausentes ou baixos podem variar entre os países, sendo particularmente problemáticos para produtores que exportam colheitas menores ou especiais, que são aquelas que apresentam um menor número de LMR existentes. Produtores situados em regiões de clima tropical, que enfrentam maior pressão de pragas, são particularmente afetados por esses fatores. Ademais, os produtores situados em economias de baixa renda normalmente têm menos recursos disponíveis buscar conformidade com os mercados de exportação. Além de todos esses aspectos, agricultores de todo o mundo estão lidando com a resistência das pragas aos pesticidas, bem como as mudanças nos padrões climáticos, que podem acentuar a pressão de pragas e doenças e permitir que elas impactem ainda mais as áreas de cultivo. A Tabela 5 apresenta alguns motivos pelos quais os LMR podem estar ausentes ou menores em um

mercado específico.

Tabela 5: Exemplos de LMR ausentes ou baixos (mais rigorosos).

LMR ausentes	Razões pelas quais os LMR podem estar ausentes no país importador
O mercado para o qual os agricultores exportam não tem um LMR em vigor para o pesticida/cultura que eles usam/produzem.	Nenhum LMR para o pesticida X foi estabelecido em determinado mercado de exportação porque o pesticida X não está registrado nesse país;
	Nenhum LMR para o pesticida X/safra Y foi estabelecido no mercado de exportação porque embora os agricultores desse país usem o pesticida X, eles não produzem a cultura Y ou não usam esse pesticida na safra Y;
	Um fabricante de pesticidas não solicitou uma tolerância de importação a ser definida para uma determinada combinação de pesticida/cultura no mercado de exportação, porque é uma cultura especial produzida em pequenos volumes que não justificam a despesa de conduzir os testes de campo e gerar os dados necessários para suportar a solicitação do LMR;
	Um fabricante de pesticidas solicitou uma tolerância de importação, mas o pedido/dossiê apresentado foi considerado insuficiente/inaceitável pela autoridade reguladora e rejeitado;
	A autoridade reguladora não adotou o LMR do <i>Codex</i> , embora exista a recomendação internacional para a combinação pesticida/cultura;
	Embora um país importador geralmente adote os LMR do <i>Codex</i> , não existe nenhum padrão internacional para determinada combinação pesticida/cultura;
	Na ausência de um LMR em vigor, a autoridade reguladora não estabeleceu um nível padrão, o que implica uma tolerância zero do resíduo para aquele pesticida para determinada safra.
LMR menores	Razões pelas quais os LMR podem ser mais rigorosos no país importador
Um LMR de importação enfrentado por um exportador é inferior ao LMR permitido no mercado interno.	Um país exportar enfrenta um LMR de 2 partes por milhão (ppm) na em mercado de exportação X, enquanto o LMR doméstico é de 4 ppm;
Um LMR de importação existente enfrentado por um exportador é reduzido a um nível inferior, sendo mais rigoroso ao LMR permitido no mercado interno.	No processo de revisão dos registros de pesticidas existentes, o regulador analisa os dados e recomenda reduzir o LMR de 5 ppm para 2 ppm;
	Um país importador já havia adotado os LMR do <i>Codex</i> , mas está desenvolvendo um sistema de regulação nacional. Como parte do processo de estabelecimento de seus próprios LMR, o país reduz um LMR de 5 ppm (no <i>Codex</i>) para 3 ppm;
	No processo de revisão dos registros de pesticidas existentes, um país importador não renova um determinado pesticida e revoga o LMR de 2 ppm existente para esse pesticida. Este processo resulta em uma mudança no LMR de 2 ppm para um valor padrão (default) de 0,01 ppm.
Um LMR de importação enfrentado por um exportador é inferior ou foi alterado para um nível mais baixo ao padrão internacional do <i>Codex</i> .	Um exportador enfrenta um LMR de 3 ppm em um mercado importador, enquanto o LMR do <i>Codex</i> é de 5 ppm;
Um LMR de importação enfrentado por um exportador é menor em um mercado de exportação do que em outro.	Um exportador envia um produto agrícola para dois mercados de exportações distintos. Como as BPA nesses países são diferentes, o LMR para um determinado pesticida usado para essa cultura é de 3 ppm em um país e 2 ppm no outro país;
Um LMR enfrentado por um exportador é considerado pelos agricultores como sendo muito baixo para usar o pesticida de acordo com o rótulo do pesticida aprovado para uso no mercado doméstico.	Um produtor nacional cumpre um LMR de 5 ppm em seu mercado doméstico. No entanto, o mesmo LMR em seu principal mercado de exportação é de 3 ppm. O produtor é capaz de atender a esse LMR mais baixo ajustando o uso do pesticida para que os níveis de resíduos atendam ao limite de 3 ppm. Posteriormente, o LMR no mercado de exportação é revisado e reduzido para o valor padrão de 0,01 ppm. O produtor não consegue ajustar o uso de pesticidas para atender a esse padrão extremamente baixo. No entanto, um agricultor em um país diferente que enfrenta menos pressão de pragas ainda pode ser capaz de cumprir esse nível padrão de LMR.

Fonte: Elaboração própria. Adaptado de USITC (2020, p. 41–42).

4.2. Pesticidas proibidos ou severamente restritos: Substituição por produtos alternativos

Os processos regulatórios para registro de pesticidas e definição dos LMR, incluindo as tolerâncias de importação, estão se tornando cada vez mais complexos e caros, contribuindo para acentuar a heterogeneidade regulatória entre os mercados. De forma simultânea, os

procedimentos de testes tornam-se mais sofisticados e os avanços tecnológicos permitem que as autoridades reguladoras testem pesticidas e seus resíduos com maior precisão. Com efeito, os níveis de tolerância têm uma tendência a serem mais baixos. Além disso, a incapacidade de alguns países apresentarem dados experimentais e estudos toxicológicos suficientes, resultam em LMR ausentes.

Ainda na fase de registro de um pesticida, algumas autoridades podem informar ao requerente que o produto em consideração não cumpre os critérios mínimos para serem regularizados. Esses critérios podem ser baseados na ciência ou em outros parâmetros, como aqueles usados em avaliações de perigo, em que os pesticidas de uma certa classe de toxicidade (por exemplo, os cancerígenos) podem não ser permitidos para usos específicos ou pode ter seu uso completamente proibido.

Segundo Grahan (2019), desde o desenvolvimento dos pesticidas, após a Segunda Guerra Mundial, os produtores melhoraram a produtividade no campo com o uso desregulado de insumos químicos. Na ocasião, a falta de regulamentos favoreceu a resistência das safras às pragas e doenças e promoveu prejuízos às plantas e animais de forma inesperada. Esses efeitos negativos levaram a uma maior preocupação com a segurança dos alimentos e, paralelamente ao avanço da ciência, produtos químicos foram proibidos ou restritos a um nível estritamente baixo. Diante da necessidade de abordagens políticas que permitiam aos formuladores de políticas e reguladores nacionais e internacionais o equilíbrio entre a toxicidade de um pesticida e seus benefícios, muitos pesticidas foram banidos ou estão na pauta de discussões atuais para serem efetivamente proibidos.

O DDT (sigla de diclorodifeniltricloroetano) foi um inseticida exaustivamente utilizado a partir dos anos 1940 para conter a propagação de doenças causadas por insetos, entre elas a malária. Após verificada a eficiência do produto químico no controle de doenças humanas, o DDT passou a ser utilizado na produção agrícola. À medida em que o defensivo se tornou mais popular pela sua eficácia na agricultura, evidências sugeriram que seu uso estava associado a efeitos toxicológicos negativos. Em 1972, a *US Environmental Protection Agency* (EPA) emitiu ordem para suspender o uso do pesticida em todos as safras. Em 2001, o DDT foi listado como um Poluente Orgânico Persistente (POP) pela Convenção de Estocolmo, sendo proibido como insumo agrícola em todo o mundo (USITC, 2020).

O mesmo movimento tem sido observado para o herbicida glifosato (Benbrook, 2016). Apesar de em 2017 a UE ter renovado uso do defensivo por mais cinco anos, alguns Estados

membros declararam preocupação quanto à decisão do Parlamento Europeu.¹⁴ Como resposta, em abril de 2019 a Áustria aprovou uma legislação propondo o fim do uso de pesticidas contendo a substância glifosato em seu território, mesmo sendo aprovado pela UE (Tidey, 2019). O glifosato é especialmente importante para a proteção de culturas de exportações, como a produção de grãos, elevando sua importância como insumo químico à medida que aumenta o interesse dos países em aderir a tecnologia dos transgênicos. A proibição do glifosato representa um desafio substancial para os produtores que atuam no setor de exportação, sobretudo aqueles que exportam para a UE. Mesmo que a proibição não tenha sido efetivada no bloco europeu com a pressão de alguns países (a própria Áustria, além da França, Suécia, Hungria e Países Baixos), existe um pedido para a não reaprovação do pesticida no mercado europeu sob avaliação da *European Food Safety Authority* (EFSA).

No Brasil, o defensivo Paraquat, um herbicida importante no processo de dessecamento na produção de grãos, foi proibido pela ANVISA em 2017, com um período de três anos para que os produtores adequem a cadeia produtiva do agronegócio (Ministério da Saúde, 2017). O produto é considerado extremamente tóxico, podendo causar morte de insetos, animais e humanos, além de outras enfermidades associadas à exposição ao produto, como mutações genéticas e mal de Parkinson (Wesseling *et al.*, 2001). Em 2020, ano que encerra o período de adequação dos produtores, o mercado lida com a restrição na oferta de produtos alternativos. O preço do diquat, um dos substitutos do paraquat, quase dobrou o preço no período de um ano, passando de R\$20,30 por litro em dezembro de 2019 para R\$ 36,90 por litro um ano depois. O mesmo tem sido observado para o glufosinato de amônio, opção ainda mais cara. O presidente do Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal (Sindiveg) afirma que depois que o paraquat foi banido, a indústria química se preparou, solicitando mais pedidos de registro de diquat e importou mais matéria-prima para suprir a demanda do pesticida substituto (Salles e Walendorff, 2021).

Na mesma linha, a *Thailand's National Hazardous Substance Committee* concordou em emitir uma notificação para banir o uso paraquat e o clorpirifos a partir de 1º de junho de 2020. A contar dessa data, o valor dos LMR para esses pesticidas foi reduzido a zero, ou seja,

¹⁴ Na UE, o processo para solicitar a aprovação para uso doméstico de um pesticida é diferente do processo de autorização de um determinado pesticida para uso em cada estado membro. As autoridades reguladoras têm autoridade única para aprovar uma substância ativa (por exemplo, glifosato) para utilização em toda a UE. Contudo, uma vez que uma substância ativa é aprovada pela UE, cada estado membro deve, então, autorizar separadamente o uso do pesticida contendo a substância ativa aprovada. Logo, embora a UE aprove o glifosato, os estados membros devem autorizar separadamente o uso de *Round up*® (um pesticida contendo glifosato). Apenas os estados membros da UE têm autoridade para autorizar o uso de um pesticida, e eles não podem autorizar o uso de um pesticida se a substância ativa não foi registrada pela UE (EUROPEAN COMMISSION, 2017).

o país tornou-se intolerante ao uso desses defensivos. Essa mudança ocorreu pela recategorização dos pesticidas, passando da categoria 3, que contemplava produtos permitidos, mas sujeitos a permissão, para a categoria 4, que considera produtos proibidos para a produção, importação, exportação e posse. Como consequência, os resíduos dessas substâncias não podem ser detectados em nenhuma remessa de alimentos importados, como soja e trigo (Preechajarn, 2020).

Um exemplo dos efeitos associados à redução dos LMR aos níveis estritamente baixos é descrito pelos produtores de banana da Costa do Marfim. A UE, principal mercado de importação da fruta produzida no país, está em um processo gradual para redução do LMR do pesticida imazalil, um fungicida comumente utilizado na produção das frutas no processo de pós-colheita. A alteração nas políticas europeias tem reduzido o LMR de 2 ppm para 0,01 ppm. Como alternativa, os produtores avaliaram substituir o imazalil pelo azoxistrobina e descobriram que, além de ser menos eficaz, o uso do azoxistrobina é mais caro. Desse modo, com o regulamento mais rígido para o imazalil, os produtores encontram dificuldades em enviar as bananas ao mercado europeu isentas de doenças fúngicas, que são de comum ocorrência nos contêineres de transporte. Como resultado, os produtores da fruta em todo o mundo se uniram na tentativa de impedir a redução do LMR do imazalil (USITC, 2020).

Seguindo a experiência dos produtores de banana, é comum que os agricultores que encaram mercados de exportação com LMR ausentes, menores ou proibidos, busquem pesticidas substitutos aos convencionais. Alguns setores são relativamente mais organizados que outros e os produtores conseguem ajustar-se as mudanças nos LMR sem interrupção no comércio. Segundo o relatório USITC (2020) isso ocorre porque essas indústrias apresentam uma maior capacidade organizacional e, diante de alterações nas políticas reguladoras de mercados estrangeiros ou mesmo as mudanças nas políticas internas, os representantes do setor agrícola podem informar aos produtores sobre as alterações, além de sugerir pesticidas e práticas de cultivo alternativos. Em alguns setores, há um diálogo direto entre os representantes do setor com as fabricantes de pesticidas ou órgãos reguladores, o que facilita a solicitação de novos LMR ou o registro de novos defensivos. Entretanto, esse caso é a exceção.

A regra mostra que muitos produtores são incapazes de usar pesticidas alternativos, mudar as práticas agrícolas ou mudar o seu padrão de uso para atender o LMR mais rigoroso do mercado de exportação. A Tabela 6 explana uma série de problemas encarados pelos produtores na busca de soluções alternativas aos pesticidas proibidos ou severamente restritos.

Tabela 6: Problemas associados a busca por pesticidas ou práticas alternativas.

Desafio	Problema	Exemplo
Os produtores podem não ter acesso a pesticidas alternativos ou podem ter informações limitadas sobre alternativas	Quando produtores perdem o acesso a certos pesticidas, eles podem não saber se alternativas estão disponíveis, se os produtos substitutos podem ser usados nas condições de BPA estabelecidas no país ou se os pesticidas alternativos serão eficazes	Produtores de arroz norte-americanos do estado da Califórnia têm dificuldades em encontrar um substituto para o clorpirifos
A adoção de alternativas pode ser mais cara	Embora existam alternativas, elas podem tornar os custos de produção mais elevados, incluindo os dispêndios realizados na conversão de novas práticas agrícolas ou treinamento para que o uso dos novos pesticidas seja realizado de maneira correta	Produtores de batata doce alegam que utilizam o fungicida fludioxonil para controle de <i>Rhizopus</i> porque o dicloran não pode ser usado em produtos exportados para a UE. No entanto, essa alternativa é mais cara. Outrossim, alegam que um pesticida pode, por vezes, dar lugar a um conjunto de outros defensivos para o controle de uma mesma praga
Os produtores podem não ter acesso imediato a pesticidas alternativos	A disposição de alternativas igualmente eficaz pode não estar acessível ao produtor em um curto período de tempo, seja porque o país não apresenta o registro do pesticida ou o estabelecimento de LMR	Um pesticida utilizado na produção de grãos nos EUA não foi aprovado para uso na UE e no Japão. Como resultado, a fabricante só registrou o pesticida nos EUA quando o uso fosse aprovado em outros mercados de exportação. Esse problema pode ocorrer na renovação de pesticidas antigos
As alternativas podem ser menos eficazes, contribuindo para a perda de renda dos produtores por conta de menores rendimentos agrícolas e queda na qualidade produtiva	Os produtos alternativos podem ser menos eficazes, podendo até agravar os problemas de resistência a pragas. Os produtores declaram que essa situação pode elevar os custos de trabalho e insumos, uma vez que o pesticida menos eficaz pode exigir mais aplicações ou métodos de aplicações mais trabalhosos. A essas práticas, podem ocorrer maiores efeitos ambientais do que o pesticida usado anteriormente.	A indústria <i>US Cranberry</i> afirma que a perda do LMR do clotalonil na UE, além de elevar os custos, reduziu a qualidade da produção e elevou os riscos de resistência a pragas
Determinar o uso alternativo pode ser caro	Se um LMR é reduzido em um mercado de exportação, os produtores podem não ser capazes de alterar o uso do produto estar em conformidade com os novos padrões	Um grupo de produtores se uniram para financiar pesquisas da indústria <i>Washington Tree Fruit</i> para assessorá-los na redução de resíduos para atender os LMR estrangeiros. Esse custo foi de aproximadamente US\$200.000

Fonte: Elaboração própria a partir do USITC (2020, p. 191–195).

Por conseguinte, os agricultores enfrentam perdas nas safras, rendimentos mais baixos, produção de menor qualidade (por exemplo, frutas de menor tamanho, reduzindo os preços potencialmente) e dispêndios mais elevados de produção devido aos custos de troca ou ao uso desses meios menos eficazes de tratar as pragas.

5. Custos de conformidade com a legislação de exportação: evidências para o LMR

Se os produtores decidirem enviar seus produtos agrícolas para mercados com LMR baixos, ausentes ou proibidos, os custos de cumprimento dos padrões do importador são suportados pelo país exportador e deve recair em vários pontos da cadeia de abastecimento (Xiong e Beghin, 2017b). A busca pela conformidade não aumenta as margens do agente que arca com os custos. Os consumidores de *commodities* não aceitam incrementos substanciais nos preços, desta forma os agricultores não obtêm, na maioria das vezes, um preço prêmio ao

atender aos requisitos de LMR. Pelo contrário, a violação – ou a não conformidade - aos níveis máximos de resíduos, pode provocar a perda de mercado por parte do exportador.

Para reduzir os riscos de violação, os fabricantes de pesticidas investem em divulgação e treinamento sobre o uso correto dos produtos fitossanitários, garantindo que os mesmos sejam manuseados de acordo com as instruções do rótulo. Em alguns casos, os fabricantes também oferecem informações sobre o uso de pesticidas alternativos como um esforço útil quando o LMR de um mercado for reduzido, quando o pesticida for proibido ou mesmo não renovado. Além desses representantes, os processadores, embaladores e outros agentes da cadeia são afetados pelas assimetrias de LMR (USITC, 2020). Segundo Yeung et al (2017), os efeitos da heterogeneidade nas políticas de LMR podem impactar o acesso a alimentos em todo o mundo, inclusive nos países desenvolvidos.

5.1. Fragmentação das safras

Na maioria das vezes, os países não exportam seus produtos para apenas um mercado. Para cumprir os LMR específicos de diferentes importadores, muitos produtores elegem segregar sua produção em vez de produzir toda sua safra sob o cuidado de atender ao LMR do mercado mais exigente. A escolha entre ambas as opções varia de acordo com alguns fatores, entre eles, a pressão de pragas e doenças, condições climáticas na região de cultivo, o grau de integração vertical da indústria - produtos processados tendem a diluir a quantidade de resíduos encontrados nos alimentos - e se a produção será integrada às safras de outras fazendas antes da exportação. A escolha de fragmentar ou padronizar a produção afeta toda a cadeia de abastecimento, podendo elevar os custos no processo de cultivo e colheita até o processamento, embalagem e frete. A opção elegida pelo produtor tende a ser a mais econômica.

Segregar a produção significa dividi-la em diferentes áreas de acordo com os destinos do mercado exportador. Desse modo, os produtores podem garantir conformidade com diferentes LMR ao longo de todo o processo produtivo, mesmo que isso resulte em custos adicionais. No Peru, por exemplo, alguns agricultores segregam a produção de manga a serem enviadas para os EUA e UE com base nos diferentes LMR (USITC, 2020). O mesmo é verificado na produção de manga e uva no Brasil. Os produtores brasileiros fragmentaram seus cultivos buscando conformidade com os LMR estabelecidos no próprio mercado interno e com os órgãos reguladores do *Codex*, da UE, EUA e Japão (Peres *et al.*, 2001).

A fragmentação das safras requer, adicionalmente, o envolvimento e investimento de agentes intermediários na exportação agrícola. Os agentes responsáveis pela embalagem,

processamento e transporte devem ter o cuidado de separar esses produtos para evitar a contaminação cruzada. Os produtores de batata doce dos EUA, por exemplo, realizam investimentos significativos nas instalações de armazenamento, exigindo áreas de armazenagens separadas para cada etapa do processo que antecede os envios (USITC, 2020). Essa prática é cara, de difícil implementação e nem sempre eficaz.

Yeung et al. (2018) ilustram um caso em que a segmentação produtiva não pareceu economicamente viável. As exportações de cacau de Gana para a UE e Japão é um exemplo em que segregar a produção pode não ser economicamente viável. O mercado japonês permite o uso de uma série de pesticidas importantes no controle de pragas e doenças na produção de cacau, como clorpirifos, fenitrothion, promecarb, fenvalerato, endosulfan e pirimifos-metil. O tratamento com esses produtos melhora os rendimentos produtivos da safra. No entanto, são pesticidas de uso proibidos na UE. Os produtores de Gana poderiam segmentar a produção para atender os dois mercados, mas dada a capacidade institucional e da cadeia de abastecimento do país africano, a fragmentação da safra para diferentes mercados é um desafio significativo, resultando em recusas de remessas. Desse modo, os exportadores decidem se irão atender o mercado japonês ou europeu, mas não ambos.

A segregação pode não ser eficaz quando os produtores não sabem identificar o destino final de suas safras ou quando sua produção é misturada e enviada para vários mercados. Nessa situação, a melhor escolha é produzir de acordo com os LMR do destino mais rigoroso. Exportadores de café da Colômbia e Jamaica têm particular preocupação em relação a essa questão, pois enfrentam altos custos para cumprir os LMR mais baixos do Japão, inclusive arcam com testes caros de pré-exportação¹⁵ para certificarem que seus produtos estão dentro dos limites de resíduos permitidos. Entretanto, o café de muitos produtores é frequentemente combinado em um lote para venda, o que aumenta o risco de contaminação cruzada e inviabiliza a rastreabilidade de volta à fonte de uma possível violação do LMR (USITC, 2020). Ademais, ajustar a produção ao menor LMR pode envolver o uso de pesticidas menos eficazes, que alteram a qualidade e aparência do produto final, reduzindo o preço final oferecido pelo alimento.

5.2. Busca por mercados alternativos

¹⁵ Estas verificações de conformidade são realizadas antes da exportação ou no ponto de importação. Estes testes, muitas vezes, são realizados como uma condição de contratos entre as vendedor e comprador e, embora possam evitar as perdas maiores desencadeadas por violações de LMR, não garantem necessariamente a conformidade com os LMR. Esses programas são caros e o custo geralmente é arcado pelo processador/exportador. Algumas economias em desenvolvimento não têm capacidade laboratorial suficiente para esse tipo de procedimento.

De acordo com Fiankor, Curzi e Olper (2020b) o aumento dos custos para atender aos padrões em um país importador ou segregar as safras para diferentes economias, podem induzir os exportadores a buscarem mercados alternativos. Essa pode ser uma solução de curto prazo adotada pelos produtores enquanto se adaptam aos requisitos dos países mais exigentes; ou de longo prazo, se não for possível alterar as práticas produtivas para cumprir os regulamentos outros países. Independente dessa questão, alterar os mercados também pode gerar custos adicionais.

Um problema relacionado à busca por mercados alternativos é o desconhecimento da demanda, que pode ser insuficiente para gerar preços que cubram os custos de produção. Esse desafio é ainda maior quando outros produtores também desejam vender para esse mercado. Em alguns casos, tampouco o mercado doméstico pode ser uma opção para o desvio das vendas. Os desafios dos desvios de comércio não recaem apenas sobre o exportador. As economias importadoras podem enfrentar escassez de oferta se os exportadores decidirem enviar para outros mercados em vez de cumprir o LMR. Um estudo empírico realizado por Cuello et al. (2020) explora os efeitos dos desvios de comércio provocados por diferentes regulamentos associados à política de inocuidade alimentar. Embora as autoras não estejam abordando a questão dos LMR, especificamente, apontam as deflexões nos fluxos comerciais referentes ao rigor da UE quanto à importação de produtos transgênicos.

Em último caso, na falta de conformidade aos regulamentos de LMR, se os exportadores não obtiverem sucesso ao efetivar seus envios para outros mercados, é possível que tenham que optar por produzir outros produtos para comercializar de forma paralela ou interromper totalmente a produção.

5.3. Custos de violação dos LMR

Estar em conformidade com os LMR definidos pelos reguladores no mercado de importação resulta em altos custos ao longo da cadeia de abastecimentos, conforma discutido. Grande parte desses custos é absorvido pelos produtores e exportadores. Exceder os LMR, no entanto, pode gerar um custo ainda mais alto. Os custos de violação dos LMR ocorrem quando os esforços de um país em cumprir os requisitos de um mercado de exportação são falhos e expõe o produtor à perda de receita dos embarques rejeitados. Nesse caso não há, alegadamente, qualquer seguro que cubra esse tipo de perda. Para reduzir os efeitos da violação, o remetente pode honrar o contrato de venda e repor o produto a um custo adicional, mas isso nem sempre ocorre.

Quando a remessa violada não pode ser vendida no mercado de destino, o exportador pode propor usos alternativos para o produto embarcado e oferecê-lo a um preço mais baixo. Por exemplo, o milho que seria adquirido para consumo humano passa a ser destinado à alimentação animal ou compostagem, se os LMR para esses fins forem atendidos. No entanto, pode ocorrer da carga ser devolvida, direcionada a outros mercados ou destruída – em se tratando de bens perecíveis, a devolução da carga pode configurar a perda da safra. Além disso, cabe ao produtor os custos de armazenamento e transporte de retorno.

As penalidades ao exportador que violam os LMR compreendem multas, aumento no número de testes nos portos - o que é particularmente desafiador para produtos perecíveis - e o potencial banimento temporário para que medidas corretivas sejam tomadas e sinalizadas. O aumento nas taxas de fiscalização, que pode sofrer reajuste de 100%, eleva os custos e causa atrasos ao longo da cadeia de abastecimento. Com efeito, pode ocorrer redução da qualidade e da vida útil das colheitas perecíveis, encorajando os importadores a mudarem de fornecedor. A redução do volume de cerejas enviado dos EUA para Taiwan, ilustra essa situação. O sistema de testes aleatórios em Taiwan, na ausência de violação, submete uma amostra de 2 a 10% do volume total da remessa para a verificação. Se detectada a violação, esse teste passa a ser realizado em uma amostra que inclui de 20 a 50% do total embarcado nos próximos envios. Se ocorrer outra violação, 100% da remessa é testada. Em 2016, os exportadores norte-americanos de cereja, tiveram que arcar com custos de teste de inspeção após 16 LMR terem sido violados no ano anterior, reduzindo substancialmente os envios dos EUA para o mercado asiático (USITC, 2020).

Em adição aos efeitos mencionados, os impactos na reputação do exportador podem afetar suas vendas e o acesso ao mercado. Em alguns casos, os exportadores podem perder temporariamente as licenças de exportação e os importadores podem buscar mercados alternativos para adquirir seus produtos devido ao risco de violações adicionais. Além disso, as implicações podem repercutir em todo o setor e, às vezes, se estendem para todos os produtos agrícolas de exportação. Em 2010, remessas de uvas de mesa da Índia foram rejeitadas na UE, custando €33,3 milhões de euros à indústria. Por consequência, preços mais baixos foram pagos àqueles produtores na safra seguinte, levando uma desaceleração nos negócios indianos para exportadores e processadores nos próximos dois anos.

Na mesma linha, a empresa *Almond Board* relata que, embora o produto rejeitado possa ser redirecionado e negociado em um mercado alternativo, os custos ainda são altos. Por exemplo, os custos de logística e transporte podem somar US\$10.000, além disso, devem ser incluídas as taxas portuárias para reter e despachar a remessa. A esse processo, pode ocorrer

perda de qualidade e valor dos produtos. O Conselho de Horticultura do Noroeste dos EUA informa que o carregamento de carga de frutas rejeitado por custar entre US\$30.000 a US\$40.000, a depender do mercado, do produto a ser redirecionado e do tempo que isso leva para ocorrer (USITC, 2020).

Para minimizar esse problema, o governo de alguns países, como Austrália, atua para reduzir os riscos de reputação de uma violação e aumentam as supervisões das fazendas para garantir conformidade com os LMR dos mercados de exportação. Em outros mercados, os governos fornecem notificações públicas quando ocorre uma violação, alertando importadores e os demais representantes da indústria sobre os riscos potenciais de um possível banimento temporário. O *Rapid Alert System for Food and Feed* (RASFF, 2021) é uma rede de comunicação entre os Estados membros da UE e a Comissão Europeia, que cobre uma variedade de questões de alimentos e rações, incluindo violações de LMR. Esse sistema mantém as partes interessadas cientes dos desenvolvimentos em saúde e inocuidade alimentar. A Tabela 7 traz informações sobre as notificações acerca das violações de LMR ocorridas no setor de frutas e vegetais, entre 2010 a 2020. Do total de 2996 notificações, 1896 (63,3%) referem-se às rejeições ocorridas na fronteira, 634 (21,2%) são avisos de atenção, 266 (8,9%) correspondem a alertas aos exportadores, 123 (4,1%) são informações e 77 (2,6%) condizem a notificações de acompanhamento.

Tabela 7: Notificações sobre violações de LMR no setor de frutas e vegetais, pelo mercado europeu. 2010-2020.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Total Geral
Frutas e vegetais	237	303	337	364	325	310	205	189	205	229	292	2996

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do sistema RASFF (2021).

6. O papel dos consumidores no estabelecimento dos LMR

Os padrões definidos nacional e internacionalmente são conduzidos pela necessidade de gerenciar o risco na cadeia alimentar. A demanda por mudanças nos padrões de um país é criada por impulsionadores da economia, enquanto a estrutura institucional influencia a maneira como os padrões são definidos e impostos. De acordo com Dries et al (2005) os principais impulsionadores das adaptações que ocorrem nos padrões são os consumidores, e a pressão exercida por eles varia de acordo com o nível de desenvolvimento dos países em que habitam.

Segundo Liu (2009), o aumento do poder aquisitivo, o nível de educação, a urbanização e a evolução dos estilos de vida, combinados com a queda nos preços dos alimentos

em relação a outros bens, motivaram as mudanças nos padrões de consumo. No passado o preço e o aspecto visual compunham os principais critérios de compra por parte do consumidor. Atualmente, a qualidade intrínseca aos alimentos tornou-se um parâmetro importante. Além da qualidade física dos produtos, os consumidores estão exigindo atributos de dimensão ética, isto é, a forma pela qual os processos de produção e comércio impactam a sociedade e o meio ambiente, incluindo as questões sociais, ambientais, bem-estar animal e retorno justo aos produtores. Essas preocupações se desenvolveram, em parte, como uma reação à industrialização da agricultura, a concentração da produção e do comércio de alimentos e a globalização do comércio de alimentos.

Os consumidores de países menos desenvolvidos estão preocupados, principalmente, com o acesso aos alimentos. À medida que seus meios de subsistência melhoram, eles passam a se preocupar com a inocuidade alimentar e, posteriormente, com outros elementos de qualidade menos tangíveis. Essa evolução é ilustrada na Figura 1.

Figura 1: Necessidades e expectativas do consumidor.

Fonte: Elaboração própria. Adaptado de Dries et al (2005, p. 5).

Diante do exposto, é razoável esperar que os consumidores com maior poder aquisitivo exigem alimentos sustentáveis, éticos, seguros e livres de substâncias tóxicas, resíduos, contaminantes e aditivos. Suas preferências se expressam no setor público, por meio de seus governos, e no setor privado, a partir das redes varejistas e processadoras, que correspondem suas predileções ao determinar padrões de saúde e segurança. Esses padrões, segundo Fiankor, Martinez-Zarzozo e Brümmer (2019), afetam as interações entre as demandas do mercado doméstico e de exportações, pois os consumidores podem ter um papel desproporcional no estabelecimento de padrões em comparação aos produtores. Os autores destacam que a boa

governança facilita contratos e acordos de longo prazo entre empresas domésticas e estrangeiras. Nesse caso, entende-se por boa governança a coerência entre a maneira com as quais as instituições lidam com as regulamentações de consumo e segurança do alimento e as disposições legais e políticas aplicadas para este fim.

Se a eficácia institucional for semelhante entre os países importador e exportador, os comerciantes podem usar e operar facilmente nos ambientes institucionais uns dos outros. Isso reduz os custos de ajuste decorrentes da falta de familiaridade natural com parceiros comerciais e reduz a insegurança relacionada às contingências de transação. Em síntese, os países com ambientes de negócios éticos semelhantes tenderão a negociar mais bilateralmente. Além disso, a boa governança promove investimentos e melhorias de produtividade, como também diminui a incerteza pelo aumento da transparência, da comparabilidade e da confiança, reforçando os fluxos comerciais.

Nesse sentido e observando que há uma tendência na estrutura da cadeia alimentar em dissociar os locais de produção e de consumo, é possível que as preocupações sobre riscos potenciais, por parte dos consumidores, interrompam a cadeia de abastecimento nos mercados de produção. Isso é ainda mais evidente nos países desenvolvidos, onde a renda influencia o mercado de padrões - conforme as pessoas têm maior poder aquisitivo, elas exigem padrões mais elevados.

Esse movimento tem estimulado os varejistas em países desenvolvidos a buscar uma política de “risco zero” e exigir que o governo as aplique, exercendo considerável pressão sobre o setor público. Na Tailândia, por exemplo, o setor privado forçou o governo a proibir a importação de certos produtos químicos (Dries *et al.*, 2005). O ideal é que os padrões nacionais e internacionais sejam definidos nos níveis necessários para a segurança alimentar, mas não mais altos a ponto de torná-los desnecessariamente excludentes.

7. Considerações finais

A produção agrícola eficaz, eficiente e sustentável é fundamental para garantir que toda a população tenha acesso aos alimentos. Para enfrentar este desafio, é importante que produtores tenham acesso a um conjunto de tecnologias de produção agrícola, entre elas, o uso de insumos químicos que garantem o controle de pragas e doenças. Nesse aspecto, é importante reconhecer que cada economia enfrenta diferentes impasses relacionados à biossegurança e essas questões podem refletir economicamente nos fluxos de comércio.

As políticas relacionadas aos pesticidas é um caso típico de como as medidas de ordem técnica podem refletir os contratempos de ordem política, criando obstáculos significativos ao comércio mundial de produtos agrícolas. Os agricultores têm reclamado do maior custo de produção em resposta aos regulamentos que regem os níveis de resíduos de pesticidas no setor, pois os LMR não são harmonizados em escala global, embora instrumentos internacionais, como o *Codex*, tenham fornecido suporte para reduzir as interrupções nas cadeias de abastecimento. Os LMR ausentes e baixos, especialmente, afetam a capacidade dos produtores em acessar alguns mercados de exportação.

Os padrões desarmonizados atuam como barreiras técnicas ao comércio, com altos custos adicionais de conformidade. Embora haja um amplo consenso internacional sobre a importância de proteger a saúde consumidor e o meio ambiente, as abordagens e políticas empregadas para regular o uso de pesticidas e determinar os LMR são globalmente inconsistentes e nem sempre são um reflexo realistas da inocuidade alimentar. Conforme as necessidades e expectativas dos produtores que usam pesticidas, e dos consumidores, que comprem produtos agrícolas, continuam a evoluir — em muitos casos, a um ritmo mais rápido do que as organizações internacionais conseguem acomodar as novas regulamentações - os padrões tornam-se cada vez mais divergentes e mais localizados.

Referências

- BARLOW, S. M. *et al.* **The role of hazard- and risk-based approaches in ensuring food safety** *Trends in Food Science and Technology* Elsevier Ltd, , 1 dez. 2015.
- BENBROOK, C. M. Trends in glyphosate herbicide use in the United States and globally. **Environmental Sciences Europe**, v. 28, n. 1, p. 1–15, 1 dez. 2016.
- BERRY, K. **Codex MRLs—Use and Trends**. Disponível em: <https://bcglobal.bryantchristie.com/downloads/whitepaper_Codex_MRLs_Use_and_Trends_globalmrl.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2021.
- BOURGUIGNON, D. **The precautionary principle Definitions, applications and governance**. European Union: 2015. Disponível em: <<http://www.europarl.europa.eu/thinktank>>. Acesso em: 24 mar. 2021.
- BURT, P. J. A. Weather and pests. **Weather**, v. 57, n. 5, p. 180–184, 1 maio 2002.
- CODEX. **About Codex Alimentarius| CODEXALIMENTARIUS** **FAO-WHO**. 2021. Disponível em: <<http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/about-codex/en/>>. Acesso em: 24 mar. 2021.

- DRIES, L. *et al.* Who and what drives standards setting? . *In: The dynamics of sanitary and technical requirements assisting the poor to cope*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2005. v. 1p. 5–8.
- ERBACH, G. **Pesticide legislation in the EU Towards sustainable use of plant protection products**. 2012.
- EUROPEAN COMMISSION. **Communication from the Commission on the European Citizens' Initiative 'Ban Glyphosate and Protect People and the Environment from Toxic Pesticides**. Strasbourg: 2017.
- ____. **Maximum Residue Levels | Food Safety**. 2021. Disponível em: <https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/max_residue_levels_en>. Acesso em: 24 mar. 2021.
- FAGOTTO, E. Private roles in food safety provision: The law and economics of private food safety. **European Journal of Law and Economics**, v. 37, n. 1, p. 83–109, 7 fev. 2014.
- FAO. **Pesticides Residues. SUBMISSION AND EVALUATION OF PESTICIDE RESIDUES DATA FOR THE ESTIMATION OF MAXIMUM RESIDUE LEVELS IN FOOD AND FEED**. 2. ed. Rome: 2016a. v. 1
- ____. **Pathways to Pesticide Registrations and MRLs for Minor Uses. Global Minor Use Summit 2**. Rome: [s.n.].
- ____. **International Code of Conduct on Pesticide Management Guidelines on Highly Hazardous Pesticides**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2016b.
- ____. **A Scheme and Training Manual on Good Agricultural Practices**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2016c. v. 2
- ____. **CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION PROCEDURAL MANUAL . Twenty-Sixth edition**. Rome: 2018b. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/i8608en/I8608EN.pdf>>. Acesso em: 24 mar. 2021a.
- ____. **UNDERSTANDING CODEX**. 5. ed. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO and WHO, 2018a. v. 1
- ____. **Maximum Residue Limits | Pesticide Registration Toolkit | Food and Agriculture Organization of the United Nations**. 2021 Disponível em: <<http://www.fao.org/pesticide-registration-toolkit/information-sources/maximum-residue-limits/en/>>. Acesso em: 24 mar. 2021.
- FIANKOR, D.-D. D.; CURZI, D.; OLPER, A. Trade, price and quality upgrading effects of agri-

- food standards. **European Review Of Agricultural Economics**, p. 341–352, 20 nov. 2020.
- FIANKOR, D. D.; MARTÍNEZ-ZARZOSO, I.; BRÜMMER, B. Exports and governance: the role of private voluntary agrifood standards. **European Review Of Agricultural Economics**, v. 50, n. 3, p. 1–44, 4 maio 2019.
- GRAHAM, K. Z. Federal Regulation of Pesticide Residues: A Brief History and Analysis. **Journal of Food Law and Policy**, v. 15, p. 98, 2019.
- HARRIS, C.; PIM, J. **Recommendations from the Scientific Workshop held at the Pesticides Safety Directorate**. York, UK: 1999.
- HENSON, S.; HUMPHREY, J. **The Impacts of Private Food Safety Standards on the Food Chain and on Public Standard-Setting Processes**: FAO Headquarters . Rome: 2009.
- HOMOLOGA. **The Global Plant Protection Products Database and their Maximum Residue Limits (MRLs) Database**. 2021. Disponível em: <<https://v5.homologa.com/en/>>. Acesso em: 24 mar. 2021.
- IPCS. **IPCS risk assessment terminology**. World Health Organization. Geneva: International Programme on Chemical Safety. WHO Library Cataloguing-in-Publication Data, 2004. v. 1
- _____. **Principles and methods for the risk assessment of chemicals in food**. International Programme on Chemical Safety. **Principles and Methods for the Risk Assessment of Chemicals in Food**. Geneva, Switzerland: 2008.
- IR-4 PROJECT. **Interregional Research Project**. Disponível em: <<https://www.ir4project.org/>>. Acesso em: 24 mar. 2021.
- KEULEMANS, W.; BYLEMANS, D.; CONINCK, B. DE. **Farming without plant protection products Can we grow without using herbicides, fungicides and insecticides?** Panel for the Future of Science and Technology. Brussels: 2019. Disponível em: <<http://www.europarl.europa.eu/thinktank>>. Acesso em: 24 mar. 2021.
- LANTZ, M. **The Coming MRL Challenge in Korea**. Seattle: 216. Disponível em: <https://www.bryantchristie.com/Portals/0/Uploads/Documents/whitepaper_mrl_challenge_korea.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2021.
- LIU, P. **Private standards in international trade: issues and opportunities**. Geneva: 2009.
- MACLACHLAN, D. J.; HAMILTON, D. Estimation methods for Maximum Residue Limits for pesticides. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, v. 58, n. 2, p. 208–218, 2010.
- MAPA. **INSTRUÇÃO NORMATIVA CONJUNTA Nº 1, DE 16 DE JUNHO DE 2014** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária, 16 jun. 2014. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/agrotoxicos/legislacao/arquivos-de->

legislacao/INC01_16_01_2014_AnexoIatualizadopeloato84_2017.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2021

MARTINS, M. M. V.; BURNQUIST, H. L. Análise da heterogeneidade regulatória no comércio agrícola. **Revista de Política Agrícola**, v. 29, n. 3, p. 115, 2020.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **RESOLUÇÃO - RDC Nº 177, DE 21 DE SETEMBRO DE 2017**. Disponível em: <https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/19308145/do1-2017-09-22-resolucao-rdc-n-177-de-21-de-setembro-de-2017-19308065>. Acesso em: 24 mar. 2021.

OECD. **DESCRIPTIONS OF SELECTED KEY GENERIC TERMS USED IN CHEMICAL HAZARD/RISK ASSESSMENT: OECD SERIES ON TESTING AND ASSESSMENT**. Paris: 2004.

____. **GUIDANCE DOCUMENT ON THE DEFINITION OF RESIDUE**: Series on Testing and Assessment. Paris: 2009.

____. **Guidance Document on Regulatory Incentives for the Registration of Pesticide Minor Uses**: Series on Pesticides. Paris: 2014.

____. **Guidance Document on the Exchange and Use of International Efficacy and Crop Safety Data for Minor Uses**: Series on Pesticides. Paris: 2020.

OLIVEIRA, A. B. **LMRs e Comércio Internacional** Alinne B. Oliveira Especialista em político comercial. Brasília: 2020. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/BCI_Workshop-1_LMR-e-Comercio-Internacional_Alinne-Oliveira.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2021.

PERES, M. C. *et al.* **IMPACTO AMBIENTAL EM FRUTEIRAS IRRIGADAS DO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO-SUBSÍDIOS PARA A PRODUÇÃO INTEGRADA DA REGIÃO** (Embrapa Uva e Vinho, Ed.)III Seminário Brasileiro de Produção Integrada de Frutas. **Anais...**Bento Gonçalves: Embrapa Meio Ambiente, 25 set. 2001

PRCD, **Import Tolerances - Pesticides Registration and Control Division**. PESTICIDE REGISTRATION AND CONTROL DIVISIONS. Ireland. 2021

PREECHAJARN, S. **Thailand Moves Forward with Ban on Paraquat and Chlorpyrifos on 1 June 2020**. Bangkok: 2020. Disponível em: <<https://www.fas.usda.gov/data/thailand-thailand-moves-forwardban-paraquat-and-chlorpyrifos-1-june-2020>>. Acesso em: 24 mar. 2021.

RASFF. **European Commission RASFF Portal Database**. 2021. Disponível em: <<https://webgate.ec.europa.eu/rasff-window/portal/?event=SearchForm&cleanSearch=1>>. Acesso em: 24 mar. 2021.

- SALLES, M.; WALENDORFF, R. **Procura aumenta, e escassez de dessecante para a soja se acentua | Agronegócios | Valor Econômico**. 2021. Disponível em: <<https://valor.globo.com/agronegocios/noticia/2021/02/10/procura-aumenta-e-escassez-de-dessecante-para-a-soja-se-acentua.ghtml>>. Acesso em: 24 mar. 2021.
- TATIANA, D. *et al.* EU border rejections of unauthorized GM food and the trade deflection effects. **Italian Review of Agricultural Economics**, v. 75, n. 2, p. 65–76, 2020.
- TIDEY, A. **Austrian MPs vote to completely ban glyphosate by 2020**. 2019. Disponível em: <<https://www.euronews.com/2019/07/03/austrian-mps-vote-to-completely-ban-glyphosate-by-2020>>. Acesso em: 24 mar. 2021.
- U.S.EPA.. **Introduction to Pesticide Labels**. U.S. Environmental Protection Agency. 2021a. Disponível em: <<https://www.epa.gov/pesticide-labels/introduction-pesticide-labels>>. Acesso em: 24 mar. 2021b.
- _____. **Basic Information about Pesticide Ingredients**. U.S. Environmental Protection Agency. 2021b. Disponível em: <<https://www.epa.gov/ingredients-used-pesticide-products/basic-information-about-pesticide-ingredients>>. Acesso em: 24 mar. 2021a.
- USITC. **Global Economic Impact of Missing and Low Pesticide Maximum Residue Levels, Vol. 1**. United States International Trade Commission. Washington: 2020.
- WESSELING, C. *et al.* Paraquat in Developing Countries. **International Journal of Occupational and Environmental Health**, v. 7, n. 4, p. 275–286, out. 2001.
- WTO. **Sanitary and Phytosanitary Measures - text of the agreement**. World Trade Organization. 1995. Disponível em: <https://www.wto.org/english/tratop_e/sps_e/spsagr_e.htm#fntext1>. Acesso em: 24 mar. 2021.
- XIONG, B.; BEGHIN, J. C. Stringent maximum residue limits, protectionism, and competitiveness: The cases of the US and Canada. *In: Nontariff Measures and International Trade*. 2017 World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2017. p. 193–207.
- YEUNG, M. *et al.* **Declining harmonization in maximum residue levels for pesticides** *British Food Journal* Emerald Group Publishing Ltd., , 2018.
- YEUNG, M. T. *et al.* **Declining International Cooperation on Pesticide Regulation: Frittering Away ... - May T. Yeung, William A. Kerr, Blair Coomber, Matthew Lantz, Alyse McConnell** - Google Livros. 1. ed. New York City: Springer, 2017. v. 1

3. O EFEITO DA HETEROGENEIDADE REGULATÓRIA NO COMÉRCIO DA SOJA ENTRE MERCOSUL E UE

Resumo

O objetivo desse estudo é estimar o efeito da heterogeneidade regulatória dos Limites Máximos de Resíduos (LMR) de pesticidas sobre as importações de soja pela UE oriundas do Mercosul, sob as percepções dos regulamentos europeus e do *Codex*. A estrutura teórica é baseada no modelo gravitacional padrão, por onde são obtidas equações gravitacionais que compreendem um índice de heterogeneidade regulatória para o período de 2010 a 2018. Em termos de políticas, os resultados sugerem que é importante os países exportadores sinalizarem que seus padrões estejam, minimamente, compatíveis com os padrões do *Codex*, uma vez que os LMR mais brandos que os recomendados internacionalmente podem se tornar uma justificativa para a rejeição das cargas nos mercados importadores. Contudo, a diferença regulatória com o *Codex* não configura, necessariamente, custos de adequação ao exportador, o que foi observado pela não significância estatística do índice que capta apenas as diferenças regulatórias que geraria algum custo de conformidade ao fornecedor. Por outro lado, os LMR ausentes ou mais rigorosos da UE em relação aos países do Mercosul, cujas assimetrias na regulamentação geram, necessariamente, custos ao exportador, afetam negativamente o comércio. Os custos podem estimular os exportadores a deixar de exportar para estes mercados à medida em que os importadores limitem o uso de produtos químicos importantes para o controle de pragas e doenças nos países de origem das exportações. Consequentemente, os LMR mais restritos do importador para determinadas combinações cultura-pesticida podem apresentar efeitos substanciais de redução no comércio sobre as exportações de algumas safras, como ocorre para a soja.

Palavras-chave: Limite Máximo de Resíduos, Custos comerciais, Conformidade

Abstract

This study aims to estimate the effect of the regulatory heterogeneity of the Maximum Residue Limits (MRLs) of pesticides on EU imports of soy from the Mercosur, under the perspective of European regulations and the Codex. The theoretical structure is based on the gravity model, where corresponding gravitational equations that comprise a regulatory heterogeneity index for the period from 2010 to 2018 are matched. Using Codex regulation, MRLs that are softer than those recommended internationally can become a justification for the rejection of cargo in importing markets. However, the regulatory difference with Codex does not necessarily represent compliance costs for the exporter, which was observed by the non-statistical significance of the index, which only captures regulatory differences that would generate some compliance costs for the supplier. On the other hand, the EU's absent or more stringent MRLs concerning the Mercosur countries, provide asymmetries that reflect costs to the exporter and affect a trade negatively. Costs can stimulate exporters and stop exporting to these markets as importers limit the use of chemicals that are important for the control of pests and diseases in the countries of origin of the exports. Consequently, the more restricted MRLs of the importer for pesticide-based crops may have effects of a reduction in the export trade of some harvests, as is the case for soybeans.

Keywords: Maximum Residue Limit, Trade costs, Compliance

1. Introdução

O aumento mundial da produção de bens agrícolas, impulsionada pela expansão dos

volumes de alimentos e matérias-primas para atender às demandas da população e da indústria, modificou de forma substancial as técnicas produtivas nos principais países exportadores (Carvalho, 2006). O incremento no volume de produção no campo passou a ser obtido pelo uso intensivo de fatores produtivos e de novas tecnologias que permitiram elevar a produtividade, assegurar a renda do produtor e reduzir os índices de insegurança alimentar. Entre as técnicas difundidas na agricultura moderna, consta a utilização de uma diversidade de insumos químicos, notadamente os pesticidas. Apesar de ser uma tecnologia importante para o controle de pragas e doenças que afetam as lavouras cultivadas, os produtos fitofarmacêuticos podem deixar traços residuais na cultura tratada, podendo implicar em riscos ao consumidor desde que o seu uso não esteja em conformidade com as Boas Práticas Agrícolas definidas para cada combinação pesticida-cultura (Popp, Pető e Nagy, 2013; USITC, 2020).

Por essa questão, o uso de pesticidas é um tema que gera controvérsias. De um lado, produtores e processadores de alimentos os utilizam para assegurar a produção de safras para atender as demandas em ascensão. Já os consumidores vêm manifestando uma preferência progressiva por alimentos com menor teor (ou livres) de resíduos químicos (Fiankor, Curzi e Olper, 2020b). A fim de conciliar os interesses conflitantes, os órgãos públicos permitem o uso de pesticidas em níveis toleráveis, estabelecendo os Limites Máximos de Resíduos (LMR), que definem o quanto pode ser detectado como resíduo nos produtos agrícolas, de modo a garantir a segurança do consumidor e a proteção à saúde humana, animal ou vegetal. Os governos podem estabelecer seus próprios LMR ou adotarem os padrões recomendados internacionalmente, mas independente de qual for a escolha dos órgãos públicos, a questão é que os países regulamentam, na maioria das vezes, os produtos produzidos internamente ou importados, o que tem gerado implicações substanciais no comércio agrícola.

Um exemplo prático para entender a dinâmica dos diferentes marcos regulatórios para os LMR em diferentes mercados, é apresentado pela Consultora Kynetec (USITC, 2020), que simulou a proibição do fungicida mancozebe pelo mercado europeu. O mancozebe é importante insumo químico utilizado na produção de soja no Brasil e para o país manter os envios de grãos para a UE, os produtores brasileiros precisariam recorrer a pesticidas alternativos. Os custos totais para promover a substituição aumentariam em 7,6%, enquanto as perdas produtivas e a retração geral na renda agrícola seriam de 1,3% e 4,7%, respectivamente. Se os produtores brasileiros decidissem não seguir os regulamentos europeus, o volume exportado do grão no curto prazo, seria reduzido em 3,5%. Nesse caso, as importações da soja brasileira seriam, provavelmente, substituídas pela soja dos EUA, já que os produtores norte-americanos não

fazem o uso do mancozebe na mesma frequência que os produtores brasileiros. Com efeito, os exportadores do mercado sul-americano poderiam deslocar suas exportações para mercados menos restritivos no uso do referido pesticida, como Índia e China.

Os produtores estrangeiros enfrentam custos adicionais para ajustar seus produtos e modos de produção aos requisitos comerciais de cada mercado (Chen, Wilson e Otsuki, 2008; Swinnen, 2016). Para Rau, Shutes e Schlueter (2010) esses custos são qualificados como “custos de heterogeneidade regulatória” e podem ter um efeito desproporcional sobre os produtores de países em desenvolvimento, reconhecidos por manter significativa parcela no comércio mundial de agroalimentos, mas também por apresentarem recursos e capacidade técnica limitados para garantir que seus produtos agrícolas estejam em conformidade antes de serem embarcados. Diante da mudança nas políticas de LMR nas economias desenvolvidas, os países emergentes podem corroer suas vantagens comparativas e acentuar os obstáculos para acessar os mercados mais rigorosos. Para o mercado de grãos e sementes oleaginosas (soja, trigo, milho e cevada), por exemplo, evidências científicas mostram que nos países em que os LMR são mais rígidos, menores tendem a ser as importações estrangeiras, sugerindo que os LMR mais baixos podem atuar como barreiras ao comércio (Neumann *et al.*, 2021).

Algumas economias buscam soluções no âmbito dos acordos bilaterais para negociarem a ampliação do volume de resíduos de pesticidas permitidos em determinados alimentos e, conseqüentemente, reduzir os custos de transação. Desde a criação da OMC, em 1995, o estabelecimento de uma cláusula sobre medidas Sanitárias e Fitossanitárias (medidas SPS, do inglês *Sanitary and Phytosanitary*) tem sido um recurso recorrente nos acordos de comércio, incluindo as negociações em andamento, como o caso do Acordo Mercosul-UE, que dispõe de uma abordagem especial sobre técnicas de manejo de controle químico, observando sempre os LMR frente às regulamentações dos importadores. Isso demonstra que a padronização dos regulamentos pode ser um mecanismo eficiente para estabelecer as relações de comércio. Entretanto, existe uma preocupação sobre esses mesmos mecanismos, já que são definidos de acordo com as condições produtivas de cada cultura no país importador e imposta aos parceiros comerciais, mesmo que estes apresentem condições produtivas bem diferentes daquelas predominantes no mercado de importação. As Boas Práticas Agrícolas são particulares a cada país e o ambiente regulatório sobre LMR é heterogêneo a nível mundial. Essas assimetrias regulamentares podem afetar negativamente os custos dos produtores e sua capacidade de acessar diferentes mercados, de modo que os LMR, tratados como medidas técnicas, passam a ser observadas sob o espectro político (Foletti e Shingal, 2012; Xiong e Beghin, 2017a).

Para minimizar as distorções comerciais, a OMC tem o apoio do Comitê do *Codex Alimentarius*, responsável por fornecer padrões de segurança que possam ser usados como referência pelos países na determinação de suas próprias regulamentações¹⁶. Todas as medidas do *Codex* são definidas com base em previsões científicas e é um dos esforços globais mais reconhecidos no processo de harmonização de LMR e políticas relacionadas. Os LMR estabelecidos pelo *Codex* existem tanto para proteger a saúde do consumidor, quanto para facilitar o comércio, visto que algumas economias estabelecem os LMR iguais ou muito próximos aos sugeridos pela Organização. Outros, no entanto, adotam limites mais rigorosos, como no caso das nações desenvolvidas que, por apresentarem consumidores mais exigentes têm políticas mais rigorosas sobre os riscos alimentares e tendem a impor padrões mais exigentes como uma forma de controle da segurança do alimento (Li e Beghin, 2012; Otsuki, Wilson e Sewadeh, 2001).

A diferença entre os níveis máximos de resíduos permitidos pelos países pode gerar efeitos econômicos ambíguos. As regulamentações podem ser eficazes para alcançar objetivos comerciais legítimos, corrigir falhas de mercado e proporcionar a transparência ao reduzir a assimetria de informação entre produtores e consumidores (Schlueter, Wieck e Heckelei, 2009). Contudo, embora os formuladores de políticas reconheçam a importância das medidas SPS na promoção da segurança do alimento, admitem também que seu uso pode estar relacionado às práticas de protecionismo, atuando como barreiras na decisão de comércio ao modificarem substancialmente os custos da exportação (Beestermöller, Disdier e Fontagné, 2018; Burnquist, *et al.*, 2011; Henson e Loader, 2001).

Isto posto, uma série de análises foram realizadas afim de abordar em que medida os padrões de segurança do alimento, definidas como um tipo de Medida Não Tarifária (MNT), afetam o comércio internacional, demonstrando crescente preocupação dado o importante papel que o comércio de produtos agroalimentares deve desempenhar no enfrentamento dos desafios de segurança alimentar associados à alimentação de uma população global estimada em 9 bilhões em 2050 (Arita, Beckman e Mitchell, 2017; Bureau, Disdier e Ramos, 2007; Disdier, Fontagné e Mimouni, 2008; Fassarella, Burnquist e Souza, de, 2011; Murina e Nicita, 2017; Otsuki, Wilson e Sewadeh, 2001; Wilson, Otsuki e Majumdsar, 2003; Xiong e Beghin, 2017a). No entanto, além dos resultados atribuídos ao efeito dúbio dos regulamentos, os estudos evidenciam outro desafio inerente às análises empíricas, que é a dificuldade para medir e

¹⁶ Além do *Codex*, outras duas instituições sustentam cientificamente o Acordo SPS, são elas, Organização Mundial da Saúde Animal (OIE – para manter a antiga nomenclatura Oficina Internacional de Epizootias) e a Convenção Internacional de Proteção Sanitária (*International Plant Protection Convention* - IPPC).

compatibilizar os padrões entre os países (Winchester *et al.*, 2012). Nesse sentido, índices de Similaridade e/ou Heterogeneidade das MNT têm sido usados como ferramentas para verificar em quanto os regulamentos diferem entre as economias atuantes no mercado internacional (Achterbosch *et al.*, 2009; Burnquist *et al.*, 2011; Drogué e DeMaria, 2012; Fiankor, Curzi e Olper, 2020b; Kox e Lejour, 2005; Kox *et al.*, 2007; Seok, Saghaian e Reed, 2018; Winchester *et al.*, 2012; Xiong e Beghin, 2017b).

Grande parte dos estudos que examinaram os efeitos dos LMR o fizeram por meio de índices, pressupondo que a diferença entre os LMR do importador e do exportador resultam em efeitos significativos no comércio, exceto quando os países compartilham de padrões similares. O efeito que predomina nas análises empíricas é que as diferentes imposições regulatórias atuam no sentido de impedir ou reduzir o comércio, posto que os custos de adequação são suportados pelos produtores (Ferro, Otsuki e Wilson, 2015; Fiankor, Curzi e Olper, 2020b; Foletti e Shingal, 2012). No entanto, existe a possibilidade de ocorrer a promoção do comércio, quando o consumidor eleva a demanda por produtos com menos resíduos de pesticidas (Drogué e DeMaria, 2012; Seok, Saghaian e Reed, 2018; Shingal, Ehrich e Foletti, 2020; Xiong e Beghin, 2017a). Independente das conclusões, os efeitos não são uniformes entre os mercados e os países.

É partindo desse contexto que o presente estudo tem como objetivo investigar os efeitos dos diferentes padrões de LMR estabelecidos para soja no comércio dos países do Mercosul para a UE. O enfoque dado a UE deve-se aos desafios de conformidade no cumprimento do alto número de não renovações e reduções nos LMR pelo bloco, para importantes produtos agrícolas no mercado de exportação do Mercosul, destacando os potenciais custos de ajuste às mudanças ocorridas no pleito das regulamentações europeias.

Esse documento contribui para a literatura existente de três maneiras: (i) o uso de dados sobre LMR contém uma dimensão bilateral¹⁷, que permite uma melhor mensuração e comparação das assimetrias das normas entre os blocos. O uso de *dummies*, índice de frequência ou taxa de cobertura a partir da contagem de medidas SPS não superam essas limitações; (ii) os regulamentos são identificados a nível de pesticidas, cujas discussões acerca dos limites de resíduos levanta questões importantes de segurança alimentar e segurança do alimento e; (iii) são propostas duas medidas de heterogeneidade regulatória que leva em consideração todos os LMR regulamentados para cada par pesticida-soja em um determinado ano; os índices são calculados considerando os padrões da UE e do *Codex*, o que leva a diferentes resultados em

¹⁷ Reúne informações sobre a quantidade de pesticidas regulados e a intensidade do rigor para cada par de países, produto agrícola e tempo.

termos de políticas de harmonização. Em segundo lugar, a endogeneidade na relação padrões-comércio pode estar claramente estabelecida nos volumes comerciais. Ainda assim, muitas análises empíricas realizadas dentro da estrutura do modelo gravitacional ignoram o problema (Disdier, Fontagné e Mimouni, 2008) ou usam variáveis defasadas para resolver o problema parcialmente (Ferro, Otsuki e Wilson, 2015). Seguindo Baier e Bergstrand (2007), ao incluir efeitos fixos para par de países é possível controlar a endogeneidade e minimizar a superestimação dos resultados comerciais dos LMR.

2. O mercado da soja

A relação comercial unilateral entre Mercosul e UE é caracterizada pelas exportações de *commodities* agrícolas, dispondo de uma série de produtos que podem ter seus fluxos comerciais afetados pelas políticas de segurança alimentar da UE ou até mesmo pela definição de normas vigentes no Capítulo SPS do Acordo Mercosul-UE. Incluso nos produtos agroalimentares, a soja tem relevância na pauta de comércio entre os blocos, o que pode ser observado na Figura 2, que ilustra a soma do comércio do grão como o principal produto exportado pelo bloco sul-americano aos europeus, entre 2010 a 2018, em milhões de dólares.

Figura 2 : Exportações agrícolas do Mercosul, por país, para a UE, soma para o período 2010 a 2018 de acordo com a classificação HS04 (Milhões US\$).

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do UN COMTRADE/WITS (2021).

O comércio da soja é pautado em três produtos: bagaço e outros resíduos sólidos de soja (HS 2304, farelo de soja), correspondente a 30,02% das *commodities* agrícolas exportadas. Conforme apresentado na Tabela 8, a soja em grão (HS 1201) representa 14,36% da pauta exportadora agroalimentar e o óleo de soja (HS 1507), que detém 0,59% das exportações para

a EU. A Argentina e o Brasil são os maiores exportadores dos produtos HS2304 e HS1201 para a UE. Já o óleo de soja é fornecido em maior volume pelos próprios países do bloco.

Tabela 8: Maiores ofertantes de soja para a UE de acordo com os produtos, percentual médio de 2010 a 2018 (%).

HS 2304		HS 1201		HS 1507	
	(%)		(%)		(%)
Argentina	34,09	Brasil	35,03	Países Baixos	17,74
Brasil	31,86	Argentina	7,64	Espanha	11,39
Alemanha	5,33	EUA	6,32	Argentina	10,18
Bélgica	1,59	China	1,69	Alemanha	9,36
Índia	1,35	Alemanha	1,01	Noruega	8,49
Outros	25,77	Outros	48,32	Outros	42,83

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do UN COMTRADE/WITS (2021).

O Brasil desponta como o maior exportador dentro do Mercosul, seguido da Argentina, Uruguai e Paraguai, o que pode ser observado pela Figura 3, que mostra a tendência dos valores das importações europeias de soja originadas no Mercosul.

Figura 3: Importações da soja do Mercosul pela UE entre 2010 a 2018 (Milhões US\$).

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do UN COMTRADE/WITS (2021).

A incidência tarifária para produtos do complexo soja aplicadas ao Mercosul ou são para todos da OMC é indicada na Figura 4, verificando-se que apenas o óleo de soja (1507) é taxado pela UE, sugerindo que o bloco aplica a tarifa visando proteger o mercado interno da concorrência externa, visto que o maior fornecedor desse produto são os próprios países europeus.

Figura 4: Média tarifária anual da UE para os produtos da soja, 2010 a 2018 (%), advindos do Mercosul.

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do TRAINS/WITS (2021).

3. Evidências empíricas sobre o LMR e heterogeneidade regulatória

Do ponto de vista do bem-estar individual de cada economia, a harmonização completa das regulamentações não tende a ser factível ou politicamente viável, pois as organizações governamentais lidam de maneiras distintas com a questão da segurança do alimento (Winchester *et al.*, 2012). Como consequência, o comércio internacional redimensiona-se para uma nova estrutura competitiva, podendo, muitas vezes, caracterizar-se por perdas comerciais. Nesse cenário, o comércio de *commodities* agrícolas é particularmente mais afetado pelas medidas não tarifárias em relação aos demais setores¹⁸ (Murina e Nicita, 2017; Shingal, Ehrich e Foletti, 2020; Wilson e Otsuki, 2003).

Alguns trabalhos demonstram que, embora o estabelecimento de padrões agrícolas específicos de cada país possa reduzir o comércio, esse resultado não deve ser generalizado, uma vez que alguns padrões nem sempre apresentam um efeito impeditivo aos fluxos comerciais. Xiong e Beghin (2017a) assinalam que políticas reguladoras podem alcançar objetivos legítimos sem impedir as trocas no mercado internacional. Tal constatação é reforçada por Fassarella *et al.* (2011), ao sugerirem que os países que aprimoram o conteúdo de informações sobre os seus produtos e processos podem estimular suas exportações. Da mesma forma, a utilidade do consumidor é aumentada pelos requisitos de segurança do alimento que

¹⁸ Li e Beghin (2016) ressaltam, ainda, que as regulamentações sobre o fluxo comercial são mais propensas a impedir o comércio dos países de alta renda com exportadores de economias em desenvolvimento.

limitam o consumo de bens alimentares que contenham resíduos químicos acima do nível permitido (Disdier e Marette, 2010). De fato, Moenius (2006) afirma que uma vez que os exportadores de alimentos adotam certos padrões, ganham confiança dos consumidores. Logo, a disposição da sociedade em pagar pelos produtos pode resultar em efeitos positivos, visto que ao reduzir a incerteza sobre as características de um produto, maior a probabilidade em consumi-lo (Beghin, Disdier e Marette, 2015; Chen, Wilson e Otsuki, 2008; Henson e Jaffee, 2008). Dessa forma, as medidas não tarifárias nem sempre são barreiras ao comércio, podendo facilitá-lo (Disdier, Fontagné e Mimouni, 2008).

A variabilidade nos resultados pode ser parcialmente causada pela variação na amostra de dados, que difere por setor investigado, países, níveis de agregação dos produtos e período de análise. Além disso, distintos efeitos comerciais podem ser provocados pela forma de mensuração dos regulamentos, especificações do modelo e outras variações metodológicas (Li e Beghin, 2012; Santeramo e Lamonaca, 2019b). Para superar os desafios nas análises quantitativas, pesquisadores desenvolveram índices para agregar informações sobre diferentes regulamentações e padrões, pressupondo que regulamentos similares podem melhorar os fluxos de comércio, enquanto as regulamentações díspares podem impedi-lo (Burnquist *et al.*, 2011; Li e Beghin, 2014; Shingal, Ehrich e Foletti, 2020; Winchester *et al.*, 2012; Xiong e Beghin, 2017b; a)

Ao analisarem o setor de serviços no comércio internacional, Kox e Lejour (2005) desenvolvem um Índice de Heterogeneidade (HG_{ij}^{Rs}) de política bilateral para 14 países da UE, no período de 1999 a 2001. O índice é baseado em comparações detalhadas entre pares de países individuais para aspectos específicos ao conteúdo das regulamentações. Isso gerou informações binárias por item de política: quando dois países apresentam uma política diferente, atribui-se o valor unitário, e zero caso contrário, de modo que para cada política $hj_{ij}^{Rs} \in \{1; 0\}, \forall i, j \in (1, \dots, n)$. O procedimento foi repetido pelos autores para cerca de 130 itens regulatórios diferentes. A pontuação por par de países é calculada como média para gerar um indicador médio de heterogeneidade de política para cada par de países.

$$HG_{ij}^{Rs} = \frac{1}{m} \sum_{r=1}^m hj_{ij}^{Rs} \quad (1)$$

Os elementos do conjunto hj_{ij}^{Rs} assumem valores zero ou um, com $0 \leq hj_{ij}^{Rs} \leq 1$. À medida em que HG_{ij}^{Rs} se aproxima da unidade, tem-se uma indicação de que tanto maior é a heterogeneidade das políticas entre dois países. Os resultados obtidos pelo indicador foram

inseridos no modelo gravitacional e os resultados sugerem que a redução das assimetrias regulatórias pode ser feita mediante a aplicação de um reconhecimento mútuo entre os países em relação aos padrões regulatórios. Além disso, mesmo que os países tenham preferências diferentes para o nível de regulamentação, é interessante que exista a convergência de uma arquitetura comum nos padrões nacionais para aprimorar o comércio no setor de serviços. Em uma proposta semelhante, Kox e Nordås (2007) também investigaram a indústria de serviços, mas com enfoque em serviços financeiros, considerando os países da OCDE no ano de 2003. Os autores aplicaram o Índice de Heterogeneidade e averiguaram que a dissimilaridade regulatória apresentou um efeito negativo relativamente alto na entrada de países em mercados com regulamentos altamente rigorosos. Além disso, as barreiras regulatórias afetaram negativamente o desempenho das exportações dos setores de serviços locais. Por outro lado, os autores demonstraram que as regulamentações que visam corrigir a falha de mercado tiveram um efeito positivo no comércio, indicando o resultado ambíguo das regulamentações.

Para avaliar o efeito da heterogeneidade regulatória dos LMR, Achterbosch et al (2009) analisaram os níveis máximos de resíduos de pesticidas nas frutas frescas chilenas, comparando-os com os limites estabelecidos pelos principais importadores europeus. O indicador de heterogeneidade é dado pela Equação (2):

$$\tau_{mt} = (LMR_{exp,t} - LMR_{imp,t}) / (LMR_{exp,t} + LMR_{imp,t}) \quad (2)$$

em que τ_{mt} representa a medida de dissimilaridade para o pesticida m ($m = 1, \dots, N$), $LMR_{exp,t}$ e $LMR_{imp,t}$ são, respectivamente, os LMR impostos pelo exportador e importador para o pesticida m no ano t . O índice agregado é a soma de todos os indicadores τ_m dividido pelo número total de pesticidas registrados (N):

$$I_{it} = \sum_{m=1}^N \tau_{mt} / N \quad (3)$$

O índice I_{it} é inserido num modelo econométrico para mensurar o efeito da diferença dos LMR sobre o comércio entre o Chile e países da UE, para o período de 1996 a 2007. Os resultados revelam que uma redução de 5% nos níveis de tolerância regulatória das economias europeias, em relação aos LMR, pode aumentar o comércio das frutas (em US\$) em torno de 15%. No entanto, tal abordagem tem a limitação de distorcer as informações sobre o verdadeiro efeito dos regulamentos no comércio, considerando que o cálculo do índice agregado inclui

valores positivos e negativos, podendo comprometer sua interpretação.

De forma mais elaborada, Rau, Shutes e Schlueter (2010) sugerem o Índice de Heterogeneidade Comercial (*Heterogeneity Index of Trade* – HIT) para que possa ser aplicado tanto às regulamentações binárias como às quantitativas, de modo que o índice permita a análise de requisitos de importação com formas de expressão quanto aos diferentes regulamentos estabelecidos entre os países que comercializam bilateralmente. Com essa metodologia, é factível identificar as oportunidades comerciais que podem ser aprimoradas por negociações e acordos de comércio. Com base nas diferenças regulamentares associadas às MNT, no comércio agroalimentar entre a UE e alguns parceiros comerciais para o ano de 2008, o HIT é formulado conforme demonstrado na Equação (4):

$$HIT_{ij} = \frac{\sum_{i=1}^N w_{mij} DS_{mij}^{HIT}}{\sum_{i=1}^N w_{mij}} \quad (4)$$

onde w_{mij} é o peso da medida m como regulamento imposto pelo importador j ao exportador i e DS_{mij}^{HIT} a medida de dissimilaridade entre os países i e j para determinada medida m , sendo calculado pela Equação (4):

$$DS_{mij}^{HIT} = |x_{mj} - x_{mi}| / [\max(x_m) - \min(x_m)] \quad (5)$$

em que x corresponde à informação binária, ordenada ou quantitativa, da característica ou requisito que os países impõem. Nesse estudo, a variável x refere-se ao LMR estabelecido por cada economia para o pesticida m .

A cálculo do HIT é específico para pares de países e compara normas e regulamentos dos parceiros comerciais de forma bilateral. Além disso, é possível agregar e desagregar regulamentações que envolvem diferentes informações, ou seja, pode-se inserir variáveis mensuráveis e não mensuráveis.

Os resultados apontados pelos autores indicam as áreas em que os requisitos de importação foram diferentes e as respectivas oportunidades comerciais que poderiam ser melhoradas por meio de negociações e acordos entre parceiros comerciais. Não foi realizada, no entanto, uma modelagem econômica com inferências estatísticas.

Gervais et al (2011) aplicam o HIT para investigar regulamentos que envolvem medidas de avaliação de conformidade e padrões de produtos e processos para a UE e outros dez parceiros comerciais. Os resultados apontam que a heterogeneidade regulatória relacionada aos resíduos de medicamentos veterinários reduz o comércio de carne bovina e suína. Segundo

os autores, isso pode estar relacionado aos padrões mais exigentes para produtos nessas categorias, aumentando os custos de conformidade para os países exportadores. Para grãos e cereais, os resultados sugerem que as diferenças na regulamentação aumentam o fluxo comercial, pois os países com regulamentos mais rigorosos exportam facilmente para países menos exigentes. Para os demais produtos não houve relação significativa entre as disparidades regulatórias e o comércio.

Winchester et al (2012) também empregam HIT para avaliar o efeito da heterogeneidade regulatória sobre o comércio de produtos de origem vegetal. Para tanto, foram considerados dados qualitativos (rotulagem, monitoramento, rastreabilidade e certificação dos produtos importados) e numéricos (nível de pesticidas e contaminantes). O indicador foi incorporado na equação gravitacional e os resultados apontaram que as assimetrias observadas em grande parte dos regulamentos não têm efeitos significativos no comércio, exceto aqueles referentes aos LMR e rotulagem, que apresentaram implicações negativas ao comércio.

A discrepância internacional entre os regulamentos relacionados aos níveis de resíduos aceitáveis no comércio agroalimentar já havia sido tema de pesquisas antes do HIT. Por exemplo, Otsuki, Wilson e Sewadeh (2001) analisaram como o rigor mais estrito da UE, em relação aos padrões do *Codex*, reduzem as exportações africanas de cereais, nozes e frutas secas associadas ao uso da substância aflatoxina. Na mesma linha, um estudo realizado para as exportações de bananas de onze países situados na Ásia, América Latina e África para os países membros da OCDE, indicou que aumento do rigor do LMR do pesticida clorpirifos, por parte dos importadores, teria um efeito negativo para o comércio (Wilson e Otsuki, 2004). Chen, Wilson e Otsuki (2008) demonstraram que os padrões de qualidade estão positivamente correlacionados não apenas com o volume médio de exportação para os mercados, mas também com a possibilidade de expandir o escopo das exportações e elevar o número de produtos comercializados (margem extensiva). Segundo os autores, uma vez que as empresas estão em conformidade com os requisitos de rotulagem, há uma probabilidade de 17 pontos percentuais (p.p.) das empresas exportarem para mercados distintos. Entretanto, a não conformidade com os procedimentos de certificação pode reduzir a probabilidade de exportação em até 10 p.p. para um mercado específico, além de uma redução de 6 p.p. na probabilidade de exportar mais de um produto. Todos os trabalhos relacionaram as diferenças nos regulamentos e o possível custo de conformidade ao exportador associado à adequação requerida pelo importador, porém nenhum trabalho verificou se os custos realmente ocorrem. Verificou-se, também, que o próprio HIT, empregado em estudos mais recentes, revelava as diferenças nos requisitos, mas

apresentava a limitação de não considerar os reais custos comerciais relacionados às diferentes MNT.

O HIT apresenta valores contidos no intervalo $0 \leq HIT_{ij} \leq 1$. Se $HIT_{ij} = 0$, considera-se não haver diferenças regulatórias entre os países importador e exportador. Se $HIT_{ij} = 1$, os requisitos são totalmente diferentes. No entanto, analisando-se a Equação (4), observa-se que o valor absoluto da diferença $|x_{mj} - x_{mi}|$ relacionado a um diferencial efetivo $\max(x_m) - \min(x_m)$ implica efetivamente em custos de adequação. Com efeito, o HIT pode apresentar um viés positivo e superestimar a dissimilaridade que implica em custos reais, resultando em um indicador tendencioso. Para corrigir esse viés, sugere-se investigar não apenas o valor absoluto calculado pelo índice, mas também o seu sinal.

Para superar essa questão, Burnquist et al (2011) propuseram uma versão modificada do HIT, o Índice de Heterogeneidade Real (*Actual Heterogeneity Index* – AHI), que captura o rigor relativo entre dois países sob a hipótese de que o comércio é reduzido somente quando os importadores são mais exigentes que os exportadores. Posto de outra forma, o AHI considera que nem toda diferença no rigor dos regulamentos equivale a custos. Matematicamente, bastava não assumir o valor absoluto no numerador, demonstrado tomando como base as Equações (6) e (7):

$$AHI_{ij} = \frac{\sum_{i=1}^N w_{mij} DS_{mij}^{AHI}}{\sum_{i=1}^N w_{mij}} \quad (6)$$

$$DS_{mij}^{AHI} = (x_{mj} - x_{mi}) / [\max(x_m) - \min(x_m)] \quad (7)$$

Comparando as equações (7) e (5), nota-se que a diferença entre os regulamentos estabelecidos pelos países importador j e exportador i não é mais tomada em módulo. De forma complementar, considera-se a restrição dos casos em que se $DS_{mij}^{AHI} \geq 0$, ou seja, se o exportador é mais rigoroso que o importador, o valor não é considerado no cálculo do AHI.

Os índices AHI e HIT são usados de forma complementar e comparativa. O HIT compara as informações entre os parceiros comerciais e informa se os requisitos são semelhantes ou distintos e o AHI indica apenas as diferenças regulatórias que resultam em custos. Em todos os casos, a variável w_{mij} recebe o valor 1, de modo que os índices sejam expressos como médias simples das respectivas medidas de heterogeneidade.

Os valores do DS_{mij}^{AHI} variam no intervalo $-1 \leq DS_{mij}^{AHI} \leq 1$. Se $DS_{mij}^{AHI} < 0$, então o país importador j impõe exigências mais rigorosas que o exportador i para um determinado conjunto de requisitos m . Como consequência, o exportador arca com custos para realizar os

ajustes necessários para atender às exigências do importador. Se $DS_{mij}^{AHI} \geq 0$, os regulamentos do importador não incorrem em custos aos exportadores, pois os regulamentos do importador são iguais ou menos restritivos.

Burnquist et al (2011) adotam valores $DS_{mij}^{AHI} = 0$ se $DS_{mij}^{AHI} \geq 0$ e $|DS_{mij}^{AHI}|$ se $DS_{mij}^{AHI} < 0$. Assim, o AHI apresenta as seguintes propriedades: (i) demonstra as dissimilaridades entre os países apenas quando há custos ao exportador. Logo, quanto menor a heterogeneidade regulatória bilateral, menores os custos de conformidade e mais próximo de zero o valor calculado do AHI. Por outro lado, quando mais próximo de 1, mais rigoroso é o país importador e maiores os custos de ajuste; (ii) as diferenças regulatórias que não geram custos não devem ser incluídas no cálculo, sendo definidas como iguais a zero ($DS_{mij}^{AHI} = 0$); nesse caso, os requisitos entre os países são iguais ou o exportador é mais rigoroso, o que implica que o comércio presumivelmente flui mais facilmente de locais mais restritos para destinos menos restritivos, em vez do contrário.

Os autores utilizaram dados dos LMR definidos pela UE e seus dez principais importadores para um conjunto de produtos alimentares identificados como relevantes neste contexto de comércio. Como resultado, os valores do HIT não são superiores à média 0,6, enquanto os valores do AHI não ultrapassam a marca de 0,3. Essas diferenças demonstram que, embora pareça existir muitas distinções regulatórias pelo fato de a UE ser mais rigorosa, na verdade (observados pelo índice HIT), os custos de adequação ao exportador europeu são baixos pela avaliação do AHI. Em outras palavras, as adequações nem sempre envolvem custos de conformidade significativos.

As conclusões de Burnquist et al (2011) são complementadas por Foletti e Shingal (2012), ao evidenciarem que a heterogeneidade regulatória pode ser benéfica para os exportadores que estabelecem padrões mais rigorosos que os do parceiro comercial, pois estes não enfrentam custos de adequação. Além disso, Xiong e Beghin (2017a) sugerem que o efeito líquido dos LMR mais estritos aumenta as importações de produtos agrícolas para a OCDE, apesar de concordarem que exportadores de países menos desenvolvidos são limitados por padrões de alto rigor, com consequente perda de mercado para os exportadores de economias desenvolvidas. No entanto, Ferro, Otsuki e Wilson (2015) afirmam que a ascensão de mercados emergentes como China, Brasil, Rússia e Índia oferecem oportunidades comerciais para outros países em desenvolvimento, desde que seus produtos possam acessar esses mercados. Para isso, precisam conhecer as regulamentações estrangeiras que possam impedir de atender às referidas economias.

Ao investigar os mercados de maçãs e peras, Drogué e DeMaria (2012) selecionaram sete países importadores e sete exportadores para examinar, por meio do Índice de Similaridade (Equação 8), o efeito das diferenças de LMR sobre pesticidas utilizados em ambas culturas:

$$SIM_{ijm} = 1 - \left[\frac{1}{n} \sum_{p=1}^n \left(\frac{x_{ikp} - \bar{x}_{ik}}{\sigma_{ik}} \right) \left(\frac{x_{jkp} - \bar{x}_{jk}}{\sigma_{jk}} \right) \right] \quad (8)$$

onde n é o número de pesticidas registrados, x_{jkp} e x_{ikp} são os LMR dos países importador e exportador, respectivamente; k o princípio ativo do pesticida; $\bar{x}_{ik}$ e $\bar{x}_{jk}$ são as médias da amostra para os países i e j e; σ_{ik} e σ_{jk} são os desvios padrão das amostras do produto k nos países i e j . Os valores do índice variam entre $0 \leq SIM_{ijm} \leq 2$, quanto mais próximo de zero, maior a semelhança regulatória entre os países e caso contrário quando o valor aproxima-se de 2.

Inserindo o indicador no modelo gravitacional, os autores demonstram que o aumento da similaridade entre os regulamentos eleva as chances de negociação entre as economias envolvidas. Além disso, um maior rigor regulatório apresenta um efeito comercial ambíguo. Na medida em que maior rigor pode resultar em maiores custos na produção do exportador (efeito negativo sobre o comércio), pode aumentar o grau de competitividade do produto no mercado, absorvendo os custos iniciais de adequação (efeito comercial positivo). O mesmo argumento é visto em Moenius (2006).

Vigani, Raimondi e Olper (2012) analisaram as implicações das diferenças regulamentares no comércio de Organismos Geneticamente Modificados (OGM), avaliando os regulamentos relacionados ao processo de aprovação, rotulagem, rastreabilidade, avaliação de risco e acordos internacionais relacionados aos OGM. Foram considerados 60 países, incluindo os membros da OCDE, e quatro produtos: soja, milho, algodão e colza. O Índice de Similaridade adotado segue a especificação apresentada na Equação (9):

$$GMO_{ijw} = \frac{\sum_{m=1}^M f_{mi} f_{mj}}{\sqrt{\sum_{m=1}^M f_{mi}^2} \sqrt{\sum_{m=1}^M f_{mj}^2}} \quad (9)$$

em que onde f_{mi} (f_{mj}) é a relação entre o componente regulatório m do país exportador i (importador j) e a regulamentação com maior valor atribuída ao componente m . Isso permite um certo grau de "proximidade" regulatória bilateral entre dois países, variando entre 0 (completamente diferente) e 1 (regulamentação idêntica). Os resultados mostram que quanto maiores as diferenças nos regulamentos referentes à rotulagem e ao processo de aprovação,

maior o efeito negativo sobre os fluxos comerciais.

Li e Beghin (2014) desenvolveram o Índice de Ranqueamento Protecionista (*Protectionism Indices*, conforme Equação 10), para medir a restritividade dos LMR para cinco categorias de produtos (grãos e sementes oleaginosas, aves e ovos, laticínios, produtos hortícolas e tropicais e produtos de origem animal), entre 83 países em relação aos níveis do *Codex*, para o período de 2008 a 2011:

$$S_{jk} = \frac{1}{N} \left[\sum_{n_{(k)}=1}^{N_{(k)}} \exp \left(\frac{MRL_{codex, kn_{(k)}} - MRL_{jkn_{(k)}}}{MRL_{codex, kn_{(k)}}} \right) \right] \quad (10)$$

em que $MRL_{jkn_{(k)}}$ é o limite máximo de resíduos determinado pelo país j para o produto k destinado ao pesticida $n_{(k)}$; $MRL_{codex, kn_{(k)}}$ é o LMR recomendado pelo *Codex* para a mesma combinação cultura-pesticida; e $N_{(k)}$ é o número total de pesticidas aplicados ao produto k .

Os resultados obtidos por Li e Beghin (2014) apontam que Austrália e Taiwan são os países mais protecionistas da amostra. Também foi identificado que integração do Nafta nos padrões de resíduos foi muito mais profunda entre o México e os Estados Unidos, do que com o Canadá, já que o último país estabelece seus LMR muito abaixo do *Codex* e seus parceiros comerciais do Nafta, ou seja, é mais rigoroso. Ao nível de produto, carnes e laticínios têm pontuações de protecionismo mais baixas do que outros produtos, o que pode ser explicado pela imposição de outras MNT, que não os LMR, nos setores. Frutas e produtos hortícolas exibem a maior variação de LMR, com frutas tropicais exibindo as pontuações mais rigorosas. Os autores sugerem que os produtos fortemente regulamentados não são necessariamente protegidos, mas pode envolver maior preocupações com a saúde e a segurança alimentar. Não foi feito qualquer apontamento para o segmento de grãos e nem utilizada abordagem econométrica.

Xiong e Beghin (2017b) empregaram o índice de Li e Beghin (2014) na equação gravitacional para medir o efeito da restritividade dos LMR de produtos animais e vegetais dos EUA e Canadá, em relação aos níveis do *Codex*. Os resultados destacam que os LMR dos EUA, que não são sistematicamente mais rigorosos que o *Codex*, não impedem significativamente suas importações do resto do mundo, mas suas exportações são limitadas pelas regulamentações de LMR no exterior. Por outro lado, o Canadá, um país que define níveis de tolerância mais rigorosos que o *Codex* em muitos produtos, ganhou mais competitividade no mercado mundial, sem afastar sistematicamente concorrentes estrangeiros de seu próprio mercado devido aos seus

LMR relativamente mais rigorosos.

Seok, Saghaian e Reed (2018) aplicaram o mesmo índice para investigar o efeito dos altos padrões de LMR dos EUA nas exportações de vegetais para 102 países, no ano de 2014, porém, diferente de Xiong e Beghin (2017b), os autores alteraram o LMR do *Codex* pelo LMR médio mundial. Seus resultados sublinham o efeito catalisador das rígidas regulamentações de segurança alimentar do país de origem, que têm por consequência elevar a competitividade dos produtos nos mercados internacionais. Na mesma linha, Fiankor, Curzi e Olper (2020b) também aplicaram o índice de Li e Beghin (2014) para avaliar como as diferenças regulatórias afetam o comércio, os preços e a melhoria da qualidade do produto no setor agroalimentar, envolvendo 145 produtos e 59 países no período de 2005 a 2014. Os resultados pontuam que as diferenças nos LMR entre os países restringem o comércio e esses efeitos são pronunciados para o comércio Sul-Norte, mas não para as exportações para o Sul.

Finalmente, Ferro, Otsuki e Wilson (2015) criaram um índice de restritividade para analisar o efeito dos LMR nas exportações agrícolas de 61 países para 66 produtos. O índice foi baseado no diferencial entre os LMR definidos por cada país. Os autores apontam os desafios inerentes ao uso do LMR em análises empíricas: (i) deve-se considerar que existem duas dimensões para a restritividade, quais sejam, o número de regulamentos por produtos e o quão rigorosos são esses regulamentos; (ii) os pesticidas regulados podem não serem os mesmos. Para superar esse desafio, os autores sugerem normalizar os LMR no nível da cultura. Desse modo, obtém-se uma verdadeira medida de quão restritivo é o LMR de um país em relação à forma como todos os outros países estão regulamentando o mesmo pesticida para um determinado produto agrícola. Nesse caso, não é recomendado usar a média dos LMR de pesticidas para cada par de país-cultura, visto que as substâncias apresentam diferentes graus de toxicidade. Os pesticidas altamente tóxicos apresentam LMR com valores mais baixos do que os menos tóxicos; (iii) conforme mencionado em (ii), os países não regulam as mesmas substâncias para as mesmas safras. Para tanto, os autores recomendam preencher os valores ausentes com o valor do LMR menos restritivo entre os observados pelos países investigados. Não é recomendado atribuir valor zero para os dados ausentes, pois um LMR definido como zero é equivalente a proibir totalmente o pesticida.

O índice é determinado pelo número de pesticidas regulamentados para cada cultura e pelo nível permitido para esses pesticidas por cada importador, sendo demonstrado na Equação (11):

$$restrictiveness_{ipj} = \frac{1}{N(a)} \left[\sum_{n(a)=1}^{N(a)} \frac{Max_{pat} - MRL_{ipat}}{Max_{pat} - Min_{pat}} \right] \quad (11)$$

em que $Max_{pat} = \max_{i \in I} \{MRL_{ipat}\}$ e $Min_{pat} = \min_{i \in I} \{MRL_{ipat}\}$ são, nesta ordem, o LMR máximo e mínimo definidos, entre os países da amostra, para o produto p , pesticida a no ano t e MRL_{ipat} refere-se ao LMR do país i para o pesticida a para o produto p no ano t . O resultado do índice encontra-se no intervalo $0 \leq restrictiveness_{ipj} \leq 1$, se próximo de zero, indica que o país i é relativamente menos restritivo que os demais países considerados e, se próximo de 1, é relativamente mais restritivo.

Esse índice apresenta uma série de vantagens em relação aos demais apontados na seção (3): (i) combina o número de substâncias regulamentadas com a intensidade em que eles são definidos pelos LMR; (ii) normaliza o valor dos LMR em relação aos dos demais países da amostra, permitindo comparar o regulamento por país-cultura; (iii) considera todos os pesticidas regulamentados por todos os países da amostra para um determinado produto, diferente de Li e Beghin (2014) que analisam apenas as substâncias regulamentadas pelo *Codex*.

Os resultados do indicador foram aplicados na equação gravitacional e concluiu-se que o efeito dos padrões nas transações comerciais, na maioria dos casos, não é diferente de zero. Os autores ressaltam a consistência com a suposição de que o cumprimento com os padrões mais rigorosos gera custos de adequação ao exportador.

4. Metodologia

4.1. Índices de heterogeneidade regulatória

De forma a comparar a heterogeneidade regulatória associada aos LMR no comércio de soja entre Mercosul e UE, o presente trabalho considerou os índices propostos por Rau, Shutes e Schlueter (2010), Burnquist et al (2011) e Li e Beghin (2014), com peso $w_{mij} = 1$, e adotou uma formulação análoga à proposta por Ferro, Otsuki e Wilson (2015). Com base no HIT, a ideia subjacente ao Índice de Heterogeneidade Regulatória (IHR) é comparar os diferentes LMR definidos pela UE e Mercosul para a cultura da soja e indicar entre os dois blocos, aquele que apresenta políticas regulatórias mais rigorosas. O IHR é apresentado na Equação 11:

$$IHR_{ijpt} = \frac{1}{N(a)} \left[\sum_{n(a)=1}^{N(a)} w_{mij} \times \exp \left(\frac{|LMR_{jpat} - LMR_{ipat}|}{LMR_{pat}^{max} - LMR_{pat}^{min}} \right) \right] \quad (11)$$

Similar a Ferro, Otsuki e Wilson (2015), $LMR_{pat}^{max} = \max_{i \in I} \{MRL_{ipat}\}$ e $LMR_{pat}^{min} = \min_{i \in I} \{MRL_{ipat}\}$ representam, respectivamente, o LMR máximo e mínimo para o produto p , substância a no ano t para os países do Mercosul e UE; LMR_{jpat} refere-se ao LMR do país importador j para o pesticida a para o produto p no ano t ; LMR_{ipat} corresponde ao LMR do exportador i para o pesticida a para o produto p no ano t e $N(a)$ refere-se ao número total de substâncias regulamentadas para cada produto p , nesse caso, o número de pesticidas regulamentados para a soja. O resultado do índice encontra-se no intervalo $1 \leq IHR_{ijpt} \leq 2.718$. Se $IHR_{ijpt} = 1$, significa que para um conjunto de pesticidas e produto final, o importador e o exportador têm LMR iguais e, portanto, não há heterogeneidade. Se $IHR_{ijpt} = 2.718$ os regulamentos são totalmente distintos.

De forma análoga ao AHI e com base nas suposições de que as diferenças nas regulamentações nem sempre causam custos de conformidade ao exportador, é sugerido o Índice de Heterogeneidade Regulatória e Custos (IHRC) como uma formulação modificada do IHR, em que o numerador não assume valor absoluto. Conforme demonstrado pela Equação (12):

$$IHRC_{ijpt} = \frac{1}{N(a)} \left[\sum_{n(a)=1}^{N(a)} w_{mij} \times \exp \left(\frac{LMR_{jpat} - LMR_{ipat}}{LMR_{pat}^{max} - LMR_{pat}^{min}} \right) \right] \quad (12)$$

Seguindo o mesmo procedimento metodológico utilizado por Burnquist et al (2011), deve-se atribuir os valores:

$$0, se \left(\frac{LMR_{jpat} - LMR_{ipat}}{LMR_{pat}^{max} - LMR_{pat}^{min}} \right) \geq 0;$$

$$\left| \left(\frac{LMR_{jpat} - LMR_{ipat}}{LMR_{pat}^{max} - LMR_{pat}^{min}} \right) \right| se \left(\frac{LMR_{jpat} - LMR_{ipat}}{LMR_{pat}^{max} - LMR_{pat}^{min}} \right) < 0$$

De modo que os resultados que gerariam custos apenas ao importador são retirados da análise, já que o enfoque recai nos possíveis custos enfrentados pelo exportador. Após essa filtragem, as diferenças regulatórias são consideradas em módulo para garantir que o valor do

exponencial retorne um resultado maior que 1 e para facilitar a interpretação¹⁹. Os valores obtidos pelo índice variam no intervalo de $1 < IHR_{ijpt} \leq 2.718$ e quanto mais próximo de 2.718, maiores os custos de conformidade para os exportadores para o produto analisado.

A diferença entre o IHR_{ijpt} e o $IHRC_{ijpt}$ é que o primeiro calcula um desvio absoluto dos LMR para um par de países e informa a “distância regulatória” entre os regulamentos estabelecidos por dois mercados. O segundo índice renuncia o valor absoluto e exhibe as medidas regulatórias entre dois países apenas no caso em que o importador é mais rigoroso que o exportador. Essa estratégia busca contabilizar não apenas as assimetrias regulatórias nos requisitos LMR, mas capturar um componente deslocador da oferta, uma vez que o alto rigor do importador em relação ao fornecedor impõe custos de conformidade por parte do exportador, o que pode alterar suas decisões de exportar para determinado mercado. Para o cômputo do $IHRC_{ijpt}$ não é considerado o conjunto completo de pesticidas regulamentados pelos países i e j , mas um subconjunto de pesticidas que, necessariamente, podem gerar custos de adequação para o atendimento das exigências do mercado de importação.

A atribuição de diferentes valores para w_{mij} depende do conhecimento técnico sobre a importância do pesticida para cada cultura (Burnquist *et al.*, 2011), como essas informações não estão prontamente disponíveis para todos os pesticidas, foram usadas pontuações não ponderadas, similar ao que foi feito por Rau, Shutes e Schlueter (2010), Burnquist *et al.* (2011) e Li e Beghin (2014).

Além das propriedades postuladas por Burnquist *et al.* (2011), os índices IHR_{ijpt} e $IHRC_{ijpt}$ não apresentam unidade de medidas e são invariáveis à escala, uma vez que contabilizam desvios no LMR em termos relativos. As unidades utilizadas para os LMR são irrelevantes desde que os dois países em questão estejam nas mesmas unidades (no caso dos LMR, é comum a unidade parte por milhão – ppm²⁰). Quanto mais baixo (ou seja, mais rígido) o padrão LMR, mais difícil é para os exportadores alcançarem, o que configura a convexidade dos padrões mais estritos, ou seja, a dificuldade crescente de atingir padrões mais rígidos (Li e Beghin, 2014). Por exemplo, alguns importadores podem relaxar todos, exceto um LMR acima do nível internacionalmente aceito. Mas pode se tornar difícil para o exportador alcançar conformidade para esse único LMR. Ao tomar o exponencial do valor entre parêntese, é possível atribuir maior peso aos LMR relativamente mais rígidos.

¹⁹ Sem o módulo, quanto maior o valor negativo, maior a diferença regulatória, podendo inferir que o custo de adequação é necessariamente maior.

²⁰ Parte por milhão ou 1 miligrama do princípio ativo para cada 1 quilograma do produto agrícola.

Para o cálculo dos índices é importante que sejam feitas algumas considerações: (a) serão considerados apenas Argentina e Brasil no cálculo do índice, pois são os países que representam o maior volume de comércio de soja para a UE, conforme demonstrado nas Figuras 1 e 2; (b) a Argentina e o Brasil apresentam regulamentos próprios para o estabelecimento dos LMR, assim como a UE, em que todos os países membros adotam um mesmo padrão definido pelo bloco; (c) neste trabalho toma-se a perspectiva dos regulamentos definidos pela UE e pelo *Codex*, com o objetivo de identificar a heterogeneidade regulatória dos países do Mercosul em relação ao importador europeu e aos padrões internacionais; (d) será adotado o valor de 0,01 ppm para os pesticidas não registrados pela UE - *Regulation* CE 396/2005 (European Commission, 2005) e Argentina - *Resolución* 934-2010 (SENASA, 2010), conforme política de default indicada pelas respectivas regulamentações. Para o Brasil, os valores ausentes são preenchidos pelos LMR definidos do *Codex* (Fiankor, Curzi e Olper, 2020b). Esse procedimento busca coerência com a legislação interna de cada país/bloco, que postula diferentes padrões a serem adotados quando os pesticidas não são regulamentados (LMR ausentes)²¹. Dessa forma, reescrevendo os índices IHR_{ijpt} e $IHRC_{ijpt}$, tem-se $IHR_{i,j,p,t}$ e $IHRC_{i,j,p,t}$ com $p = soja$, $j = (Codex, UE)$, $i = (Argentina, Brasil)$ e $t = (2010, 2012, 2014, 2016, 2018)$.

Para ilustrar os procedimentos metodológicos utilizados no cálculo dos índices, a Tabela 9 apresenta um exemplo hipotético de LMR impostos a quatro diferentes pesticidas A, B, C e D usados na produção da soja no ano t . Nota-se que apenas a UE regulamenta as quatro substâncias e no caso da substância A , por exemplo, o bloco europeu é mais rigoroso que o Brasil e o *Codex*, impondo o limite de 0.01 parte por milhão (ppm) contra 0.02 ppm. A normalização consiste em considerar o LMR de cada pesticida regulamentado e compará-lo com os valores máximo e mínimo definidos para a mesma combinação pesticida-cultura por todos os países da amostra. Posteriormente, é calculada a média desses LMR normalizados a fim de obter a combinação país-cultura-ano. Para a Argentina e UE, as substâncias cujos LMR são ausentes recebem o valor default de 0.01. Para o Brasil, os valores ausentes são preenchidos pelo LMR definido pelo *Codex*, quando disponível.

²¹ Diferentes valores são empregados para o LMR da Argentina, Li e Beghin (2012) adotam o valor default de 0,01 ppm para os pesticidas não relatados, Hejazi et al (2018) aplicam os valores do *Codex* e na ausência de LMR definidos internacionalmente, adotam o valor 0,01.

Tabela 9: Exemplo hipotético dos LMR definidos para cada substância ou princípio ativo para soja no ano t.

Substância ou Princípio Ativo	Antes do ajuste dos LMR ausentes				Depois do ajuste dos LMR ausentes			
	UE	Argentina	Brasil	Codex	UE	Argentina	Brasil	Codex
A	0.01	-	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02
B	0.01	-	-	0.03	0.01	0.01	0.03	0.03
C	0.01	0.04	-	-	0.01	0.04	-	0.08
D	0.08	0.07	0.01	0.08	0.08	0.07	0.01	-

Fonte: Elaboração própria.

4.2. Especificações teóricas do Modelo Gravitacional

Este estudo adota o modelo gravitacional, amplamente aplicado na literatura para explicar os fluxos de comércio, tendo se tornado uma das principais ferramentas de trabalho ligados à economia internacional (Head e Mayer, 2014; Helble *et al.*, 2007; Wall e Cheng, 2005). As estimativas resultantes do modelo podem ser combinadas com experimentos de políticas de comércio, acesso aos mercados, acordos regionais e medidas não tarifárias para calcular mudanças implícitas no bem-estar, entre outros fins (Fassarella, Burnquist e Souza, de, 2011; Shingal, Ehrich e Foletti, 2020).

O arcabouço teórico é baseado nas equações gravitacionais da física newtoniana, em que as forças são atraídas pela massa e repelidas pela distância. Paralelamente, o modelo gravitacional do comércio exterior, introduzido por Tinbergen (1962), mensura os efeitos comerciais como uma relação direta entre a capacidade econômica dos parceiros comerciais (PIB) e inversamente proporcional à distância geográfica entre esses países. Apesar do forte poder explicativo, as primeiras especificações do modelo careciam de uma fundamentação teórica que sustentasse a relação empírica sugerida, o que impossibilitava o uso do modelo para a elaboração de políticas.

Nesse sentido, Anderson (1979), Bergstrand (1985) e Deardorff (1998) apresentaram contribuições substanciais para consolidar a teoria por traz do modelo de Tinbergen (1962), propondo variáveis explicativas relevantes para a fundamentação do modelo. Anderson (1979) considerou os custos de transporte e as tarifas nacionais praticadas em cada país, sendo o primeiro estudo a derivar o modelo gravitacional através do fundamento microeconômico. Para embasar o modelo na teoria do comércio sustentada pela pressuposição da concorrência imperfeita, Bergstrand (1985) e Deardorff (1998) utilizaram a estrutura de Heckscher-Ohlin. Bergstrand (1985) considerou que os custos comerciais variam de acordo com a localização e Deardorff (1998) justificou a inclusão da distância.

Nos anos 90, após a divulgação dos estudos que fundamentaram o modelo gravitacional, seu uso passou a ser empregado de forma intensiva na análise de políticas

nacionais sobre o fluxo internacional de bens. Contudo, uma das principais contribuições teóricas foi sugerida no início do século XXI, por Anderson e Van Wincoop (2003, 2004), ao desenvolverem a derivação do modelo que se tornou padrão para os estudos atuais.

Sob a condição de equilíbrio geral e *market-clearing* e tomando como pressuposto que os consumidores têm preferência por variedade, Anderson e Van Wincoop (2003, 2004) partiram das funções de oferta e demanda dos países exportadores e importadores. O sistema de demanda baseia-se numa função de utilidade do tipo CES (*Constant Elasticity of Substitution*), cujos consumidores do país importador buscam maximizar sua utilidade, estando sujeitos à restrição orçamentária. O resultado da maximização é definido pela equação não linear com o termo de erro multiplicativo, expressa de acordo com a seguinte forma estrutural:

$$X_{ijt}^p = \frac{E_{jt}^p Y_{it}^p}{Y_t^p} \left(\frac{\tau_{ijt}^p}{P_{jt}^p \Pi_{it}^p} \right)^{1-\sigma_p} e_{ij}^p \quad (13)$$

$$(\Pi_{it}^p)^{1-\sigma_p} = \sum_j \left(\frac{\tau_{ijt}^p}{P_{jt}^p} \right)^{1-\sigma_p} \frac{E_{jt}^p}{Y_t^p} \quad (14)$$

$$(P_{jt}^p)^{1-\sigma_p} = \sum_i \left(\frac{\tau_{ijt}^p}{P_{jt}^p} \right)^{1-\sigma_p} \frac{Y_{it}^p}{Y_t^p} \quad (15)$$

O modelo permite explicar as exportações realizadas bilateralmente, sendo X_{ij}^p as exportações do produto p pelo país i para o país j no ano t ; Y_{it}^p , Y_t^p são a produção de p no país i e a produção agregada mundial do mesmo produto no ano t , respectivamente; E_{jt}^p representa o dispêndio da economia j para obter produto p no ano t ²², τ_{ijt}^p refere-se aos custos comerciais incorridos pelos exportadores do país i para enviar os produtos p ao país j no ano t ; σ_p representa a elasticidade de substituição entre grupos de produtos²³, e_{ij}^p é o termo de erro aleatório e, P_{jt}^p e Π_{it}^p representam, nessa ordem, os índices de preços para cada economia j e i , identificados como os termos de resistência multilateral.

A inserção dessas últimas variáveis foi um importante avanço na modelagem do modelo gravitacional proposta por Anderson e van Wincoop (2003), visto que as estimativas do modelo são substancialmente melhoradas quando esses fatores são considerados. Isso

²² O PIB do importador geralmente é usado como *proxie* para essa variável.

²³ A elasticidade de substituição (σ_k) é uma medida hipotética e estimada. Anderson e van Wincoop (2003, 2004) concluíram, através de estimações, que o valor desse parâmetro varia entre 5 e 10, e adotaram o valor 8 em seus respectivos trabalhos de referência.

porque a inclusão de P_{jt}^p e Π_{it}^p indica que os fluxos comerciais não dependem apenas dos custos bilaterais existentes entre dois países, mas também dos custos existentes entre estes e os demais parceiros comerciais. Posto de outra forma, os termos de resistência multilateral ratificam o fato de que mudanças nos custos de comércio bilateral podem afetar todos os fluxos comerciais devido aos efeitos dos preços relativos. A primeira variável (P_{jt}^p) representa a resistência multilateral interna e capta, essencialmente, a dependência das importações do país j dos custos comerciais de todos os possíveis países fornecedores dos bens p . Já Π_{it}^p indica a resistência multilateral externa e capta o fato de que as exportações do país i para o país j , dependem dos custos de comércio em todos os possíveis mercados de exportação.

Na construção do modelo, Anderson e van Wincoop (2004) salientam que os custos comerciais (τ_{ijt}^p) podem ser representados como uma função de variáveis observáveis, conforme indicado na Equação (16):

$$\tau_{ijt}^p = \sum_{m=1}^M (z_{ijt}^m)^{\gamma_m} \quad (16)$$

As variáveis observáveis z_{ijt}^m utilizadas na função de custos de transação compreendem distância, medidas tarifárias e não tarifárias, acordos comerciais, entre outras que possam explicar os custos de comércio do produto p . Formalmente, z_{ijt}^m é igual a um maior que o equivalente *ad valorem* de todos os custos comerciais associados à variável m ou $z_{ijt}^m = 1$, na ausência de custos.

Dada a forma multiplicativa da Equação (13) e, assumindo que ela se mantenha para cada período t , torna-se possível linearizá-la para obter:

$$\begin{aligned} \ln X_{ijt}^p = & \ln Y_{it}^p + \ln E_{jt}^p - \ln Y_t^p \\ & + (1 - \sigma_p) \gamma_m \sum_{m=1}^M \ln z_{ijt}^m (1 - \sigma_p) [\ln \Pi_{it}^p - \ln P_{jt}^p] + \ln e_{ij}^p \end{aligned} \quad (17)$$

4.3. Desafios Inerentes ao Modelo Gravitacional

Após décadas resolvendo os impedimentos teóricos do modelo, as questões concernentes às estimativas corretas da equação gravitacional vieram para o primeiro plano. Para obter estimativas consistentes, alguns aspectos foram discutidos e possíveis soluções

foram sugeridas, entre elas, os termos de resistência multilateral não observáveis, a endogeneidade dos acordos de livre comércio, o ajuste das políticas comerciais, a heteroscedasticidade nos dados dos fluxos comerciais e a presença de fluxos comerciais nulos.

A partir dos avanços de Anderson e van Wincoop (2003) considerou-se que a estimativa correta da gravidade deve sempre incluir os termos de resistência multilateral. Para Baldwin e Taglioni (2007) a omissão dessas variáveis seria um erro grave na estimativa do modelo, emergindo, portanto, alternativas para estimar o seu efeito. Feenstra (2004) sugeriu o uso de efeitos fixos direcionais, específicos para país (exportador e importador) em uma estrutura de dados em painel. Bobková (2014) enfatiza que a abordagem de dados em painel é fundamental para explicar a heterogeneidade entre os parceiros comerciais. Olivero e Yotov (2012) aprimoraram essa possibilidade ao considerarem a inclusão de tendências temporais nos efeitos fixos direcionais, resultando nos efeitos fixos importador no tempo e exportador no tempo. Teoricamente, esse artifício empírico foi essencial para fundamentar o modelo de gravidade estrutural (Anderson e Yotov, 2010), pois além de controlar as resistências multilaterais, os efeitos fixos também absorvem a produção e os gastos nacionais. Essa dinâmica teórica é detalhada em Fally (2015), Anderson, Larch e Yotov (Anderson, Larch e Yotov, 2020) e Heid, Larch e Yotov (2017).

Mesmo que essa estratégia metodológica seja importante para resolver o problema da resistência multilateral, existem algumas limitações. O uso de efeitos fixos específicos para países com variações temporais acomodará todas as características variantes no tempo que são individuais ao país, incluindo várias políticas comerciais, instituições e taxas de câmbio nacionais (Head e Mayer, 2014; Heid, Larch e Yotov, 2017; Yotov *et al.*, 2016). O problema com as variáveis de política comercial unilaterais e não discriminatórias (como o caso das regulamentações de LMR) é que elas são específicas do exportador/importador e, portanto, serão absorvidas, respectivamente, pelos efeitos fixos do exportador no tempo e do importador no tempo. Segundo Head e Mayer (2014), esse problema pode ser resolvido apenas na presença de efeitos fixos para importador e exportador (sem variação temporal), de modo que o modelo de gravidade passa a controlar qualquer variável que afete as importações independente da origem do produto.

Outra alternativa empírica para resolver o problema da resistência multilateral é sugerido por Baier e Bergstrand (2007) ao recomendarem a inserção de efeitos fixos para pares de países, já que absorvem todas as variáveis de gravidade invariantes no tempo, como distância, relação colonial, idioma comum, além de quaisquer outros determinantes dos custos de comércio que não variam com o tempo e que não são observáveis pelo pesquisador. Em

princípio, as estimativas com os pares de países para medir os custos do comércio internacional são permitidas e os autores acrescentam um benefício adicional da inserção desses efeitos fixos, que é o controle da possível endogeneidade das políticas comerciais. Dois países que comercializam altos valores de mercadorias entre si, têm maior probabilidade de liberalizar suas relações comerciais mútuas, caracterizando o caso de causalidade reversa. Segundo Baier e Bergstrand (2007) os efeitos fixos para pares de países explicam as ligações não observáveis entre a variável de acordo comercial endógena e o termo de erro nas regressões comerciais. Em concordância com os autores, Egger e Nigai (2015) mostram que os efeitos fixos para pares de países são mais eficientes para mensurar custos comerciais bilaterais do que o próprio conjunto padrão de variáveis gravitacionais.²⁴

Atentando-se aos países considerados na amostra (dois exportadores e 27 importadores), incluir os efeitos fixos para importadores e exportadores e os efeitos fixos para pares de países, simultaneamente, pode gerar um problema de redundância, pois o conjunto de efeitos fixos, por construção, seriam iguais e inseri-los na mesma regressão incorreria no problema de perfeita colinearidade. Para evitar que ocorra esse problema entre os regressores, Anderson, Larch e Yotov (2020) propõem a retirada de um efeito fixo para contornar o problema.

As estimativas do modelo gravitacional podem sofrer viés pela não consideração da inconsistência do tempo da política comercial, uma vez que a decisão de uma política pode não ser refletida no comércio internacional imediatamente (Piermartini e Yotov, 2016). Por essa razão, é possível que as variáveis dependentes e independentes não se ajustem perfeitamente dentro de um único ano, podendo gerar um problema quando se utilizam estimadores de efeito fixos sobre dados agrupados ao longo de anos consecutivos. Para resolver esse impasse, Cheng e Wall (2005), Piermartini e Yotov (2016) e Larch et al (2019) recomendam estimar as variáveis consideradas com intervalos espaçados no tempo, para que os dados expressem o ajuste dos fluxos de comércio às políticas comerciais ou a quaisquer outras mudanças que interferem nos custos bilaterais. Dada uma limitação de acesso aos dados, foram disponibilizados apenas informações de LMR para os anos pares, mas essa limitação não parece um problema pelas razões mencionadas.

Por fim, é importante mencionar que os fluxos de comércio contêm muitos dados faltantes ou iguais a zero, seja porque dois países não transacionam entre si, pelo fato desse volume ser pequeno ao ponto de ser contabilizado como zero ou mesmo por problemas nas bases de dados internacionais. A aplicação do estimador MQO na forma logarítmica descarta

²⁴ Informações adicionais sobre o uso dos diferentes efeitos fixos mencionados estão no Apêndice A.

os fluxos zeros da amostra, admitindo a inexistência de comércio nulo mesmo que estes contenham informações importantes. Portanto, descartar as observações nulas não parece ser apropriado, pois desconsidera informações relevantes sobre as razões pelas quais o comércio não ocorre, ou ocorre em baixos níveis. Santos Silva e Tenreyro (2006) propõem um tratamento adequado para contornar o problema de viés de seleção, sugerindo estimar o modelo gravitacional na forma multiplicativa, a partir do estimador linear de Poisson Pseudo-Máxima Verossimilhança (PPML), o que permite considerar as informações contidas nos fluxos de comércio zero. Outro benefício da estimação do modelo empregando PPML é o controle da heterocedasticidade presente nos fluxos comerciais.

4.4. Abordagem empírica

Seguindo as recomendações descritas na seção anterior e usando uma das abordagens predominantes na literatura, a estimação dos parâmetros se dará por meio da técnica de dados em painel com efeitos fixos. Os fluxos de comércio considerados são unilaterais. Retomando ao objetivo do trabalho, são avaliados os efeitos da heterogeneidade regulatória dos LMR sobre as exportações de soja, considerando a Argentina e o Brasil ($i = Argentina, Brasil$), como países exportadores, responsáveis por mais de 90% das exportações do grão pelos países que compõem o Mercosul, para os 27 mercados europeus ($j = UE27$). O período analisado varia entre os anos de 2010 a 2018²⁵, com intervalos de dois anos. Os produtos da soja utilizados seguem a classificação do Sistema Harmonizado desagregados a quatro dígitos e são referentes aos grupos HS1201, HS1507 e HS2304²⁶. Assim, de acordo com a proposição de Anderson e van Wincoop (2003), a especificação funcional para a equação de gravidade na forma multiplicativa é expressa por:

$$X_{ijt}^p = c + \gamma_{ij} + \beta_1 IH_{ijpt} + \beta_2 \ln PIB_{jt} + \beta_3 \ln Prod_{it} + \varepsilon_{ijt}^p \quad (18)$$

em que X_{ijt}^p corresponde às importações pelos países europeus j da soja em grão (p) exportada pelos i países do Mercosul no ano t ²⁷; c é uma constante que pode ser interpretada como proxy

²⁵ Optou-se por iniciar a análise em 2010 porque até 2009 os Estados-membros da UE fixavam LMR específicos para cada país. Buscando incluir o início da harmonização, optou-se por partir de 2010 até o período mais recente para os quais há disponibilidade de dados.

²⁶ 2304 - Bagaços e outros resíduos sólidos de soja (farelo de soja); 1201 – Soja em grãos e; 1507 - Óleo de soja e suas frações.

²⁷ Embora o escopo do trabalho seja avaliar as exportações do Mercosul, são utilizados dados de importação por serem tradicionalmente mais confiáveis. O monitoramento das importações é realizado com mais atenção do que

para captar o efeito de mudanças no nível do PIB mundial²⁸; γ_{ij} representa os efeitos fixos invariantes no tempo para pares de países; PIB_{jt} refere-se ao PIB do país importador j no ano t , utilizado como *proxy* para capacidade de consumo do país; $Prod_{it}$ corresponde à produção da soja²⁹ p no país exportador i no ano t ; IH_{ijpt} representa os índices de heterogeneidade IHR_{ijpt} e $IHRC_{ijpt}$, que são estimados separadamente, e ε_{ijt}^p é o termo de erro aleatório.³⁰

O resultado das estimativas da Equação (18), tomando como referência os regulamentos impostos pela UE e pelo *Codex*, permitem fazer inferências sobre dois tipos de políticas: a busca pela adequação aos regulamentos do importador e a harmonização com os padrões internacionais. Mesmo que a UE não adote os LMR sugeridos pelo *Codex*, o fato de o exportador estar em conformidade com os padrões de referência internacional pode facilitar as negociações comerciais em termos do nível permitido de resíduos de pesticidas. Além disso, ao comparar os parâmetros estimados para os dois índices IHR_{ijpt} e $IHRC_{ijpt}$ é possível identificar o real efeito estabelecido entre os blocos quando as diferenças geram custos de conformidade aos exportadores.

A correta especificação da forma funcional descrita pela Equações (18) foi averiguada estatisticamente pelo teste Ramsey (*Regression Equation Specification Error Test* - RESET). Equações gravitacionais alternativas - que empregam outras variáveis padrões do modelo gravitacional, como distância e idioma comum, e efeitos fixos específicos para importador e exportador foram analisadas a parte como uma forma de testar a robustez dos resultados. Outra estratégia foi estimar os parâmetros para produtos desagregados a seis dígitos (HS06). Uma terceira análise para testar se os resultados são robustos consiste em considerar os índices sem o exponencial, para que a atribuição de peso aos LMR mais rígidos seja desconsiderada. Todas as estimações encontram-se no Apêndice B. Por último, a equação gravitacional foi estimada com o conjunto de efeitos fixos propostos, mas sem as variáveis de interesse (os índices de heterogeneidade) com o objetivo de verificar a adequação das demais variáveis (PIB do importador e produção do exportador) e dos efeitos fixos ao modelo. As estimativas são apresentadas junto das estimações principais.

as exportações pelas administrações aduaneiras, uma vez que as primeiras estão frequentemente sujeitas a um imposto de importação.

²⁸ Yotov et al. (2016, p. 41).

²⁹ A rigor, a medição de produção deve ser interpretada como produção exportável, porque o consumo interno não é contabilizado. Mesma explicação é dada em Xiong e Beghin (2017a).

³⁰ Embora a variável tarifária seja recorrente na formulação empírica das equações gravitacionais, nesse estudo apenas o óleo de soja (HS1507) recebe algum tipo de tarifa e essa é relativamente constante ao longo dos anos, conforme observado na Figura 4. Por essa razão, seu efeito pode ser captado pelo efeito fixo de par de países.

Justifica-se não usar efeitos fixos específicos para países com tendência temporal (importador-ano e exportador-ano) porque o enfoque do estudo recai sobre os efeitos de política unilateral não discriminatória de LMR, essas podem ser absorvidas pelos referidos efeitos fixos, impossibilitando o emprego simultâneo dos índices de heterogeneidade e dos efeitos fixos na mesma equação.

4.5. Fonte de dados

Informações a respeito das variáveis utilizadas neste estudo, com suas respectivas descrições, unidades de medidas, sinais esperados na regressão e suas fontes de dados, são apresentadas na Tabela 10. A variável referente IHR_{ijpt} não apresenta sinal previamente esperado, pois o objetivo do estudo é justamente definir qual é o efeito das divergências regulatórias sobre as exportações de soja do Mercosul para a UE. Na literatura, o sinal dessa variável é dúbio: pode ser positivo, indicando que as diferenças nos regulamentos atuam no sentido reduzir as assimetrias de informação sobre os produtos comercializados internacionalmente, melhorando a confiabilidade dos consumidores quanto à procedência dos alimentos consumidos e sinalizando conformidade aos padrões individuais dos importadores, com consequentes estímulo às exportações; ou negativo, quando a heterogeneidade regulatória configura-se em barreira comercial e dificulta o comércio. As estatísticas descritivas dos dados estão no Apêndice C.

Tabela 10: Descrição, fonte de dados e sinais esperados das variáveis a serem estimadas empregando a equação gravitacional.

Variável		Unidade	Sinal esperado	Fonte
X_{ijt}^k	Importações de soja	1000 US\$ correntes	Variável dependente	UN COMTRADE, <i>World Trade Integrated Solution</i> (WITS, 2021)
$\ln PIB_{jt}$	PIB do país importador	US\$ correntes	(+)	<i>World Bank</i> (2021)
$\ln Prod_{it}$	Produção de soja pelo exportador	US\$ correntes	(+)	<i>United States Department of Agriculture Foreign Agricultural Service. Production, Supply and Distribution</i> (USDA, 2021)
IHR_{ijpt}	Índice de Heter. Regulatória	$0 \leq IHR_{ijpt} \leq 1$	A ser determinado	Resultado da pesquisa com base nos dados da <i>Homologa Agrobases</i> (2021) do Departamento de Meio Ambiente, Alimentos e Assuntos Rurais do Reino Unido)
$\ln IHR_{ijpt}$	Índice de Heter. Regulatória e Custos	$0 \leq IHR_{ijpt} \leq 1$	(-)	

Fonte: Elaboração própria.

5. Resultados

5.1. Heterogeneidade regulatória entre Mercosul e UE

Observou-se que diferentes critérios são adotados pelos países na definição de seus

níveis de LMR para cada combinação pesticida-cultura. Alguns optam por adotar os LMR do *Codex*, como fazem o Paraguai e o Uruguai; ou de um parceiro comercial, a exemplo do México, que harmoniza seus níveis de LMR com os dos EUA, ou mesmo definir seus próprios LMR para cada combinação pesticida-cultura, como fazem Brasil, Argentina e UE. De maneira geral, verifica-se que os países em desenvolvimento impõem LMR relativamente baixos, submetendo-se aos padrões impostos pelos países com maior nível de desenvolvimento e renda.

A tendência do patamar adotado para estabelecer os LMR sugere também que estes tendem a se tornar mais rígidos ao longo do tempo, assumindo certa estabilidade. Isso pode ser explicado pelo alto custo para alterar um regulamento. A variação comumente observada ao longo dos anos é explicada pela expansão do número de LMR estabelecidos entre os países com maior frequência que a alteração de um nível imposto anteriormente.

A Tabela 11 exibe o número de pesticidas regulamentados para a soja para cada mercado e período analisado. De maneira geral, o que se observa é que a UE regulamenta um número maior de substâncias em relação aos demais países investigados, o que parece se um comportamento esperado, considerando-se que até 2009 cada Estado-Membro do bloco regulamentava seus próprios LMR e, após a harmonização intra-UE, os pesticidas regulamentados em cada país foram considerados para compor o regulamento LMR do bloco. Por outro lado, o número de LMR regulamentado pelo Brasil e Argentina é próximo ao número de regulamentos estabelecidos pelo *Codex*. Entre 2014 a 2016, particularmente, o número de substâncias reguladas pela UE mais que dobrou, o que pode ser explicado pela aplicação da política de *default* adotada em 2015 pelo bloco, que estabelece um valor padrão para os pesticidas que não são regulamentados.³¹

Tabela 11: Número de substâncias com LMR estabelecidos pelos países do Mercosul e da UE para a soja, período: 2010 a 2018.

Ano	Total	UE		Argentina		Brasil		Codex	
		Quantidade	% (total)	Quantidade	% (total)	Quantidade	% (total)	Quantidade	% (total)
2010	560	512	91,43%	110	19,64%	94	16,79%	52	9,29%
2012	601	565	94,01%	109	18,14%	124	20,63%	42	6,99%
2014	571	530	92,82%	112	19,61%	130	22,77%	45	7,88%
2016	1104	1095	99,18%	126	11,41%	186	16,85%	61	5,53%
2018	1013	1005	99,21%	123	12,14%	158	15,60%	72	7,11%

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do portal Homologa Agrobases (2021).

Além de definir o pesticida a ser regulamentado ou proibido para determinada cultura, os LMR estabelecem a intensidade de uso permitida de acordo com as condições produtivas de cada país. A Figura 5 apresenta os resultados dos índices IHR_{ijpt} e $IHRC_{ijpt}$ para os LMR

³¹ O *default* da UE é de 0.01 ppm.

referentes às combinações pesticidas-cultura, utilizados na produção de soja.

Figura 5: Resultados do IHR e IHRC no comércio da soja entre UE e Mercosul e *Codex* e Mercosul, 2010 a 2018.

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa. Nota: Os valores atribuídos ao IHCR são analisados em módulo para facilitar a interpretação, mesma estratégia foi usada em Burnquist et al (2011).

Os números apresentados na Figura 5 mostram que os valores calculados para o IHR_{ijpt} são sempre maiores que aqueles encontrados para $IHRC_{ijpt}$, conforme esperado, uma vez que o segundo índice considera apenas um subconjunto dos LMR investigados, cuja diferença regulatória implica em custos comerciais ao exportador. Como a análise é realizada apenas sob a perspectiva da UE e *Codex*, não há custos de comércio (adequação) quando os LMR definidos por ambos são menos estritos que os do Mercosul. No caso do $IHRC_{ijpt}$, valores elevados indicam que o importador (ou o *Codex*) tem muitos LMR mais rigorosos que os do exportador, enquanto valores baixos indicam que os mercados têm LMR iguais ou que o importador (ou *Codex*) tem LMR menos restritivos do que o do exportador.

Os valores encontrados para IHR_{ijpt} indicam que a maior heterogeneidade regulatória ocorreu entre 2014 a 2016 entre UE-Argentina, cujos valores ultrapassaram a margem de 2,480. Por outro lado, as menores diferenças entre as exigências que poderiam implicar em custos comerciais são verificadas também entre UE-Argentina. A esse respeito, é importante frisar que a Argentina emprega a mesma política de *default* utilizada pela UE, ou seja, adota o valor de 0.01 ppm para LMR ausentes, o que induz à adequação por parte dos exportadores argentinos para que possam comercializar internamente. Como consequência, as exigências feitas pela Argentina tendem a estar em conformidade com grande parte das exigências do bloco europeu.

Outro ponto interessante é a diferença regulatória dos LMR estabelecidos entre UE-Mercosul e *Codex*-Mercosul. Os níveis de LMR dos países sul-americanos são mais próximos

aos padrões internacionais e mais distantes dos regulamentos europeus. Esse resultado reforça que os países mais desenvolvidos mantêm um nível de rigor mais estrito que os estabelecidos pelo *Codex*. Além disso, é menos custoso para o Brasil estar em conformidade com os limites estabelecidos pelo *Codex* do que os determinados pela UE. Basta observar os valores do $IHRC_{ijpt}$, que demonstram que os custos de conformidade com os requisitos europeus assumem magnitude bem superior, sugerindo um potencial efeito de distorções nos fluxos de comércio.

5.2. Efeito da heterogeneidade regulatória no comércio internacional da soja

A Tabela 12 apresenta as estimativas dos parâmetros da Equação (18). Para observar o ajustamento dos dados ao modelo, foram analisados os resultados do PPML sem a inclusão dos índices (coluna Modelo Padrão). Os resultados obtidos nas colunas (a) mostram as estimativas com o índice IHR_{ijpt} e nas colunas (b) com o índice $IHRC_{ijpt}$.

A priori, as estimativas do Modelo Padrão parecem indicar o bom ajuste do modelo aos dados pela introdução de efeitos fixos para pares de países, bem como pelo espaçamento entre os anos. De fato, os efeitos fixos para pares de países controlam os custos comerciais bilaterais não observáveis e invariáveis no tempo. Além disso, procura-se evitar problemas de endogeneidade, como quando a política comercial é correlacionada com variáveis não observáveis. Por exemplo, variáveis de política comercial podem sofrer de “causalidade reversa”, pois um determinado mercado tem maior probabilidade de liberalizar seu comércio com outro país que já é um parceiro comercial significativo. No entanto, devido à falta de instrumentos confiáveis, tentativas iniciais de explicar a endogeneidade com tratamentos padrão de variáveis instrumentais em contextos transversais não foram bem-sucedidas na abordagem do problema (Yotov *et al.*, 2016). Seguindo Baier e Bergstrand (2007), os efeitos fixos para pares de países foram inseridos na modelagem para resolver o problema da correlação entre a variável de política comercial endógena e o termo de erro nas regressões gravitacionais. O teste Reset mostra a correta especificação do modelo³².

³² H0: há erros de especificação no modelo. Nesse caso, termos adicionais seriam necessários, ou transformação das variáveis originais.

Tabela 12: Resultados das estimativas. O lado esquerdo representa o cálculo do índice na perspectiva da UE e o lado direito na perspectiva do *Codex*.

PPML (X_{ijt}^p)	Modelo Padrão	UE		<i>Codex</i>	
		(a)	(b)	(a)	(b)
IHR_{ijpt}	-	-0.646 (1.117)	-	-2.528*** (0.374)	-
$IHRC_{ijpt}$	-	-	-1.256** (0.503)	-	0.003 (0.624)
$\ln PROD_{it}$	0.537*** (0.091)	0.538*** (0.092)	0.538*** (0.091)	0.569*** (0.098)	0.537*** (0.091)
$\ln PIB_{jt}$	0.201 (0.218)	0.248 (0.270)	0.609* (0.336)	0.373 (0.288)	0.200 (0.296)
<i>constante</i>	3.965 (6.201)	3.998 (6.578)	-5.651 (9.071)	3.257 (8.117)	3.99 (7.798)
N	720	720	720	720	720
R ²	0.480	0.482	0.486	0.500	0.480
EF	Sim ^a	Sim ^a	Sim ^a	Sim ^a	Sim ^a
Reset	0.1873	0.211	0.235	0.236	0.186

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa. As colunas (a) contemplam apenas a regressão com o índice $\ln IHR_{ijpt}$ e as colunas (b) a regressão com o índice $\ln IHRC_{ijpt}$. Os valores entre parênteses referem-se aos erros-padrão robustos agrupados por par de países. * $p < 0.10$. ** $p < 0.05$. *** $p < 0.01$. ^a EF para par de países. Os valores *missing* na variável dependente foram substituídos por zero indicando a inexistência de comércio bilateral para a combinação par de país, produto, ano.

O índice de heterogeneidade regulatória (IHR_{ijpt}) mede a diferença nos LMR, ou seja, expressa os efeitos da "distância regulatória", independente do menor LMR ser do exportador ou do *Codex*/UE. Quanto mais divergentes os valores encontrados para o índice, menor tende a ser a sobreposição dos pesticidas regulamentados, fazendo-se necessário acessar a política *default*³³, e maior os valores significativamente diferentes para os LMR estabelecidos em dois mercados analisados. Ao usar esta abordagem, demonstra-se que se existir diferença expressiva entre as regulamentações aplicadas no *Codex* ou nos países parceiros, podem ocorrer efeitos significativos sobre o comércio, mesmo que isso não implique em quaisquer custos comerciais associados aos LMR definidos pelas diferentes partes. Essa estratégia é vista em Achterbosch et al.(2009), Drogue e DeMaria (2012) e Winchester et al (2012).

Os resultados apontam que a variável IHR_{ijpt} apresentou significância estatística apenas no caso em que os valores de referência refletem os regulamentos do *Codex*. Sob essa proposta, o valor estimado negativo (-2,528) indica que uma maior heterogeneidade nos LMR entre os países exportadores em relação aos padrões internacionais, foi associada a um menor comércio bilateral entre o Mercosul e UE. A interpretação quantitativa demonstra que para um limite de resíduos do *Codex* mais rigoroso que o do exportador em 0,1 unidades a partir da

³³ Quando um mercado regulamenta um grande número de pesticidas, ou seja, apresenta uma grande lista positiva (por exemplo, UE) maior a possibilidade de ter LMR correspondentes para a maioria dos pesticidas na lista positiva de um exportador. Por outro lado, quando um mercado com uma grande lista positiva exporta para um mercado com uma pequena lista positiva, as regras *default* são mais prováveis de serem aplicadas.

média do índice, o comércio é reduzido em US\$25.280,00. A partir desse resultado, é possível que a Argentina e o Brasil enfrentem custos de conformidade no próprio mercado doméstico, pois estar em conformidade com os padrões internacionais fornece um incentivo para que todos os mercados fortaleçam o *Codex* e garantam sua capacidade científica para desenvolver padrões aceitáveis pela maioria, senão para todos os países.

De modo geral, é possível que o comércio seja sensível a mudanças no índice de heterogeneidade quando são considerados os padrões internacionais. Os autores que usaram esta mesma abordagem encontraram o mesmo resultado negativo e acrescentam que a harmonização com os padrões do *Codex* promove acréscimos no comércio internacional. Isso seria particularmente interessante, caso os requisitos dos países de maior renda, como os europeus, também fossem adequados às referências internacionais. Essa colocação é reforçada por Xiong e Beghin (2017b).

Do ponto de vista da política de inocuidade alimentar, o aumento da conscientização sobre as questões da qualidade do produto que levou ao uso intensivo de padrões agroalimentares, impôs um desafio adicional para os países exportadores. O sinal negativo da variável pode ser interpretado sob dois ângulos. O primeiro refere-se à importância dos países em sinalizarem aos parceiros comerciais similaridade com os padrões internacionais. A maior “distância regulatória” pode indicar que os LMR definidos pelo exportador são mais brandos que os do *Codex*, o que pode ser uma justificativa para que os parceiros comerciais vetem as cargas nos mercados de destino (Xiong e Beghin, 2017b). Uma segunda forma de explicar o resultado é considerar que certos produtos químicos podem ser monitorados por países individuais, embora ausentes do *Codex* devido à falta de evidência científica ou consenso. A partir desse argumento, é possível que alguns pesticidas utilizados pelo Brasil e Argentina na produção de soja nem sequer apresentam regulamentos na esfera do *Codex*, o que impossibilita que os mercados importadores estabeleçam parâmetros para comparação do rigor estabelecido nos países.

Em síntese, essas possibilidades indicam que as diferenças nos LMR entre o exportador e os padrões internacionais representam uma barreira ao comércio, independentemente do nível absoluto em qualquer dos dois regulamentos. Este achado é consistente com a literatura, que sugere que os LMR são um importante sinal de qualidade para compradores ou consumidores e podem aumentar demanda dos produtos agrícolas que atendam a esses padrões (Shingal, Ehrich e Foletti, 2020; Xiong e Beghin, 2014).

O *Codex* é globalmente reconhecido pelos seus esforços em facilitar os fluxos de comércio a partir da harmonização das políticas SPS baseadas na ciência do não protecionismo. Para o estabelecimento dos LMR, as postulações do *Codex* são pautadas nas Boas Práticas Agrícolas dos países que se destacam na produção de determinada cultura (USITC, 2020). Como o Brasil e a Argentina estão entre os líderes globais na produção e exportação de soja (junto de outras economias, como a dos EUA), o manejo de pragas e doenças a partir do uso de fitossanitários nesses países tornam-se o escopo para a definição dos padrões voluntários do *Codex*. Os resultados reforçam, portanto, que é relevante que os exportadores mantenham, no mínimo, conformidade com os padrões de referência internacional, como uma forma de os mercados exportadores expressarem, a partir das recomendações dessa instituição, preocupação em proteger a saúde do consumidor, sobretudo em um contexto em que as pressões da sociedade civil imperam no estabelecimento de padrões cada vez mais rígidos.

Não obstante, complementando os resultados econométricos para o *Codex* a partir do índice $IHRC_{ijpt}$, evidencia-se que os LMR que resultariam em custos de adequação por parte dos exportadores em relação ao *Codex*, não são significativos em afetar o comércio de soja para a UE. Isso significa que o atendimento à referência internacional não garante acesso facilitado a tais mercados ainda mais estritos. Esse resultado é interessante quando os regulamentos da UE são colocados como referência. Primeiramente, observa-se que a “distância regulatória” entre os países do Mercosul e a UE (índice IHR_{ijpt}) não implica em efeitos comerciais, refletindo a não significância estatística da variável. Conquanto, as diferenças nos LMR que geram custos de adequação aos exportadores afetam negativamente os envios para o mercado europeu, dada a significância do índice $IHRC_{ijpt}$ (-1,256). Quantitativamente, o aumento do rigor em 0,1 unidade, a partir da média no índice que compara a heterogeneidade regulatória do LMR do exportador em relação ao importador, reduz o comércio em US\$ 12.560,00. Esse efeito reforça que mesmo que o exportador atenda aos requisitos do *Codex*, ainda terá custos de adequação se os LMR do importador forem mais rígidos.

Esse resultado encontra respaldo na literatura (Ferro, Otsuki e Wilson, 2015; Hejazi, Grant e Peterson, 2018; Neumann *et al.*, 2021; Shingal, Ehrich e Foletti, 2020; Xiong e Beghin, 2017b) e indica que se os exportadores não cumprem com as exigências determinadas pelo importador, o comércio pode não ser efetivado. Portanto, os exportadores terão, necessariamente, que arcar com os custos de adequação para exportar para determinados mercados com tais restrições. Entretanto, à medida em que esses custos são maiores, tanto maior são as dificuldades de o produtor alcançar o nível de rigor imposto. Em outras palavras,

significa que para os produtores de soja da Argentina e do Brasil, pode ser difícil produzir as safras do grão buscando adequação aos diferentes LMR estabelecidos na UE, pois a não renovação de importantes pesticidas usados na cultura ou o aumento do rigor imposto para esses pesticidas e mesmo a ausência de regulamentação dos mesmos, exigem alterações nos processos produtivos que geram custos mais elevados de produção.

Somado a isso, a não adequação aos LMR europeus pode gerar custos adicionais em testes de verificação de conformidade e, o descumprimento aos regulamentos estabelecidos, pode levar à perda de acesso ao mercado. Outros custos que podem ser considerados e que merecem realce a esse respeito, são os de substituição dos pesticidas. Muitas vezes, os insumos químicos alternativos são mais caros que aqueles usados de forma habitual e nem sempre respondem com o mesmo grau de eficiência no controle de pragas e doenças, reduzindo a rentabilidade produtiva. Outra possibilidade de ocorrência de perdas pelo uso de pesticidas alternativos ocorre nos tratamentos de pré e pós-colheita. Os defensivos substitutos podem reduzir o tempo de perecibilidade dos grãos e gerar perdas na comercialização.

Para fins ilustrativos, uma simulação hipotética estimou que se os 1.000 principais pesticidas usados na produção agrícola no mundo fossem extintos, as perdas na produção de soja seriam da ordem de 48% (Keulemans, Bylemans e Coninck, De, 2019). Dada a grande dimensão do mercado da UE, as alterações dos LMR podem ter um impacto substancial na agricultura e comércio global, sobretudo para o mercado de grãos, o que pode comprometer o acesso a determinados produtos agrícolas.

Em um segundo momento, o índice $IHRC_{ijpt}$ reforça o estrito ambiente regulatório europeu no que diz respeito às políticas de segurança do produto. Esse tema foi alvo de uma série de estudos, mas um em particular corrobora os resultados encontrados nessa investigação. Shingal e Ehrich (2019) mostram que após setembro de 2008, quando a regulamentação do LMR no nível dos Estados-Membros da UE foi harmonizada para uma única regulamentação vigente em toda a Comunidade Europeia, os próprios produtores europeus podem ter sido afetados, uma vez que os LMR tornaram-se mais rigorosos em alguns países após a harmonização. Os autores relatam a possibilidade de produtores europeus terem sido excluídos do mercado, com prováveis efeitos negativos no comércio intra-UE. Isso pode ter facilitado a entrada de países não pertencentes à UE após a harmonização (como outras economias da OCDE), para suprir o volume demandado. Argumento também trazido por Li e Beghin (2014), que pontuam que alguns grandes exportadores de agroalimentos, como a Austrália, estabeleceram LMR mais rígidos para atender aos altos padrões da UE, garantindo a não

interrupção dos fluxos comerciais.

A análise dos dois índices de forma conjunta reflete a importância de os exportadores sinalizarem que seus padrões são iguais ou mais estritos que os do *Codex*, o que pode melhorar a percepção de qualidade por parte do importador e facilitar as negociações. No entanto, estar de acordo com os padrões internacionais não garante acesso aos mercados mais exigentes. Dessa forma, o contexto analisado leva a concluir que é altamente provável que o mercado de exportação terá que arcar com custos quando os seus requisitos forem menos rigorosos que os dos parceiros comerciais.

O coeficiente da produção do exportador ($\ln PROD_{it}$) foi significativo em todas as diferentes formas de modelos, sendo que os parâmetros estimados apresentaram coeficientes bem próximos entre as estimações, sugerindo bom ajustamento da variável. O sinal positivo sugere que a capacidade de produção na economia de origem afeta positivamente o comércio da soja para a UE. Acréscimos de 1% a partir da média produzida, elevam o comércio em cerca de 0,53%. Em nível setorial, essa variável representa a capacidade do país fornecedor em suprir as exportações relativas ao setor sendo analisado (Li e Beghin, 2014). O PIB do importador ($\ln PIB_{jt}$), no entanto, não apresentou significância estatística em qualquer dos casos. Esse resultado sugere que a variação temporal da renda entre os países não afeta os fluxos de importação da soja. No que tange a este aspecto, deve-se atentar à possibilidade de que os grãos sejam recebidos na UE a partir dos principais portos e, a partir dali, sejam distribuídos aos Estados-membros, dificultando a expressão da influência do PIB de cada país nas suas importações individuais. O PIB do importador é uma *proxy* para a capacidade de consumo e expressa a demanda de um consumidor (país) representativo.

6. Considerações finais

Diversas análises empíricas encontradas na literatura relacionada mostram que as regulamentações de LMR têm apresentado efeitos ambíguos sobre o comércio internacional, podendo resultar tanto em aumento como em redução dos fluxos comerciais. Os resultados do presente estudo mostraram que a imposição de LMR rigorosos para pesticidas de soja no mercado europeu pode reduzir as exportações de soja a partir dos países Brasil e Argentina do Mercosul. Verificou-se ainda, por meio da estimativa das diferenças regulatórias, que uma maior heterogeneidade dos regulamentos entre exportadores e os mercados de importação, resulta em maior redução das importações de soja pela UE. Os resultados também mostraram

que esses efeitos são tanto maiores, quanto maior a distância regulatória dos padrões do exportador em relação aos padrões internacionais do *Codex*.

Em termos de políticas, esse último resultado sugere que é importante os países adotem níveis de exigência que sejam compatíveis com os padrões de referência internacional, uma vez que os LMR mais brandos que os recomendados internacionalmente podem se tornar uma justificativa para a rejeição das cargas nos mercados importadores. Dessa forma, a despeito do que é sugerido pelo Acordo SPS sobre barreiras sanitárias e fitossanitárias da OMC, é estabelecido que não se deve rejeitar produtos quando os níveis atendem ao que é estabelecido pelo *Codex Alimentarius*.

Além disso, ainda que a diferença regulatória com o *Codex* não configure, necessariamente, em custos de adequação ao exportador – observado pela não significância da variável $IHRC_{ijpt}$, em que $j = \text{Codex}$, diferenças entre o que os países estabelecem e os padrões internacionais apresentam efeitos sobre o comércio, conforme os resultados obtidos no presente trabalho. Isso sugere, portanto, que o atendimento aos padrões internacionais não garante acesso facilitado aos mercados mais restritivos. Porém, se os países que seguem os padrões iguais ou mais rigorosos que os do *Codex* tendem a ter seus fluxos de comércio interrompidos com menor frequência, os padrões internacionais transmitem informações sobre a qualidade do produto para os importadores. Esse resultado é reconhecido em um conjunto de trabalhos e é consenso na literatura que se todos os países harmonizassem suas políticas de segurança do produto nos padrões internacionais, o comércio teria acréscimos substanciais.

Este trabalho representa uma contribuição por apresentar uma forma de acompanhar os efeitos da heterogeneidade regulatória nas exigências tanto para a segurança alimentar como para garantir alimentos seguros para a ingestão humana e de animais. Nos últimos anos ocorreram alterações significativas sobre a produção e o comércio mundial em função destas exigências, caracterizando a importância da distância regulatória como um instrumento de política comercial. Além disso, comparar as assimetrias nas regulamentações entre o importador e o exportador e entre o país de origem das exportações com os padrões internacionais, fornece alguns incentivos para que formuladores de políticas revisem as regulamentações nacionais para minimizar os efeitos negativos sobre o comércio. O investimento em tecnologias alternativas para o uso de pesticidas, como o desenvolvimento de produtos biológicos para combater pragas e doenças, também podem ser apresentados como uma possível alternativa.

Uma limitação para o desenvolvimento do estudo foi a disponibilidade dos dados, já que o ano mais recente é 2018. O acesso às informações sobre LMR envolvem custos relativamente elevados para a realização de trabalhos acadêmicos (comercializados por empresas privadas), o que dificulta a atualização das investigações. Outra limitação sugerida pela literatura é a dificuldade em generalizar os efeitos encontrados nessa investigação quando são considerados outros setores e outro conjunto de países. Para trabalhos futuros recomenda-se aplicar o mesmo exercício para outras culturas, principalmente sobre as secundárias (ou *minor crops*), cujos produtores apresentam ainda mais dificuldades em acessar os mercados de importação pela não regulamentação de importantes pesticidas.

Deve-se enfatizar que os efeitos descritos são apenas os efeitos diretos de mudanças nos LMR e não capturam outras implicações comerciais. Por exemplo, mudanças nos preços globais, poder de compra ou a criação e o desvio de comércio, que são medidas que podem atuar para compensar alguns dos efeitos diretos das políticas de LMR. Por este motivo, os resultados apresentados refletem os efeitos parciais de um conjunto de efeitos decorrentes da heterogeneidade regulatória. Na possibilidade de ocorrer o redirecionamento do produto para outros mercados menos exigentes, sugestões de políticas fundamentadas neste sentido devem ser obtidas em trabalhos com abordagem complementar à conduzida no presente estudo, por onde recomenda-se inserir mercados de importações e exportações junto ao Mercosul e UE. Além disso, os esforços para identificar os principais pesticidas empregados na produção de grãos seria uma forma de tornar a análise mais robusta em termos de custos comerciais. Nesse caso, as políticas agrícolas seriam mais direcionadas e instrutivas aos produtos.

No âmbito de um possível Acordo entre Mercosul e UE, deve-se ressaltar que nas disposições da pauta sanitária, as rigorosas regras de segurança alimentar da UE e os requisitos de importação relacionados aos padrões de qualidade não são negociáveis (European Commission, 2019). No entanto, foi estabelecido um instrumento de diálogo e consultas técnicas entre os blocos, com o objetivo de facilitar as transações comerciais e assegurar uma rápida intervenção em situações emergenciais. Assim, no contexto da heterogeneidade regulatória dos LMR para pesticidas, a conclusão do acordo deve seguir tal direcionamento para que resultados satisfatórios possam ser alcançados neste âmbito.

Vale ainda ressaltar que os índices analisados captam apenas os custos de conformidade mediante um ajustamento aos LMR de pesticidas. Mais especificamente, o resultado não revela custos potenciais associados a outras medidas, como monitoramento, verificações de inspeção, documentos de certificação, entre outros. Para trabalhos futuros, recomenda-se inserir aos índices outras variáveis que poderiam afetar o comércio da soja entre

Mercosul e UE, além de inserir os países que concorrem com Argentina e Brasil nesse mercado.

Referências

- ACHTERBOSCH, T. *et al.* **Measure the measure: the impact of differences in pesticide MRLs on Chilean fruit exports to the EU** International Association of Agricultural Economists Conference. **Anais...**Beijing: ago. 2009
- ANDERSON, J. E. A theoretical foundation for the gravity equation. **The American economic review**, v. 69, n. 1, p. 106–116, 1979.
- ANDERSON, J. E.; LARCH, M.; YOTOV, Y. V. Transitional Growth and Trade with Frictions: A Structural Estimation Framework. **The Economic Journal**, v. 130, p. 1583–1607, 1 ago. 2020.
- 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, mar. 2003.
- ANDERSON, J. E.; WINCOOP, E. VAN. Trade Costs. **Journal of Economic Literature**, v. 42, n. 3, p. 691–751, set. 2004.
- ANDERSON, J. E.; YOTOV, Y. V. The changing incidence of geography. **American Economic Review**, v. 100, n. 5, p. 2157–2186, dez. 2010.
- ARITA, S.; BECKMAN, J.; MITCHELL, L. Reducing transatlantic barriers on U.S.-EU agri-food trade: What are the possible gains? **Food Policy**, v. 68, p. 233–247, 1 abr. 2017.
- 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, 8 mar. 2007.
- BALDWIN, R.; TAGLIONI, D. Trade Effects of the Euro: a Comparison of Estimators on JSTOR. **Journal of Economic Integration**, v. Vol. 22, n. No. 4, p. 780–818, 2007.
- BEESTERMÖLLER, M.; DISDIER, A. C.; FONTAGNÉ, L. Impact of European food safety border inspections on agri-food exports: Evidence from Chinese firms. **China Economic Review**, v. 48, p. 66–82, 1 abr. 2018.
- BEGHIN, J. C.; DISDIER, A.; MARETTE, S. Trade restrictiveness indices in the presence of externalities: An application to non-tariff measures. **Canadian Journal of Economics/Revue canadienne d'économie**, v. 48, n. 4, p. 1513–1536, 26 nov. 2015.
- BERGSTRAND, J. H. The Gravity Equation in International Trade: Some Microeconomic Foundations and Empirical Evidence. **The Review of Economics and Statistics**, v. 67, n. 3, p. 481, ago. 1985.

- BOBKOVÁ, B. **On Estimation of Gravity Equation: A Cluster Analysis**: IES Working Pape. Prague: Prague: Charles University in Prague, Institute of Economic Studies (IES), 2014. Disponível em: <<http://ies.fsv.cuni.cz>>. Acesso em: 16 fev. 2021.
- BUREAU, J.-C.; DISDIER, A.-C.; RAMOS, M. P. A Comparison of the Barriers Faced by Latin American and ACP Countries' Exports of Tropical Products. **ICTSD Project on Tropical Products**, n. 9, p. 95 p., 2007.
- BURNQUIST, H. L. *et al.* **Heterogeneity Index of Trade and Actual Heterogeneity Index-the case of maximum residue levels (MRLs) for pesticides**. Pittsburgh,: 2011. Disponível em: <<https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/174745>>. Acesso em: 25 mar. 2021.
- CARVALHO, F. P. Agriculture, pesticides, food security and food safety. **Environmental Science and Policy**, v. 9, n. 7–8, p. 685–692, 1 nov. 2006.
- CHEN, M. X.; WILSON, J. S.; OTSUKI, T. Standards and export decisions: Firm-level evidence from developing countries. **Journal of International Trade and Economic Development**, v. 17, n. 4, p. 501–523, 2008.
- DEARDORFF, A. V. **Determinants of Bilateral Trade: Does Gravity Work in a Neoclassical World?** Chicago: 1998. Disponível em: <<https://www.nber.org/system/files/chapters/c7818/c7818.pdf>>. Acesso em: 26 mar. 2021.
- DISDIER, A. C.; FONTAGNÉ, L.; MIMOUNI, M. The impact of regulations on agricultural trade: Evidence from the SPS and TBT agreements. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 90, n. 2, p. 336–350, 1 maio 2008.
- 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, 30 abr. 2010.
- DROGUÉ, S.; DEMARIA, F. Pesticide residues and trade, the apple of discord? **Food Policy**, v. 37, n. 6, p. 641–649, 1 dez. 2012.
- EGGER, P. H.; NIGAI, S. Structural gravity with dummies only: Constrained ANOVA-type estimation of gravity models. **Journal of International Economics**, v. 97, n. 1, p. 86–99, 1 set. 2015.
- EUROPEAN COMMISSION. **REGULATION (EC) NO 396/2005 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL**. 2005. Disponível em: <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32005R0396&from=EN>>. Acesso em: 26 mar. 2021.
- _____. **New EU-Mercosur trade agreement The agreement in principle**. Brussels: 2019.
- FALLY, T. Structural gravity and fixed effects. **Journal of International Economics**, v. 97, n. 1,

- p. 76–85, 1 set. 2015.
- FASSARELLA, L. M.; BURNQUIST, H. L.; SOUZA, M. J. P. DE. Impact of Sanitary and Technical Measures on Brazilian Exports of Poultry. **Management**, p. 1–19, 2011.
- FEENSTRA, R. C. **Advanced International Trade: Theory and Evidence**. 6. ed. New Jersey: Princeton University Press, v. 6, 2004.
- FERRO, E.; OTSUKI, T.; WILSON, J. S. The effect of product standards on agricultural exports. **Food Policy**, v. 50, p. 68–79, 1 jan. 2015.
- FIANKOR, D.-D. D.; CURZI, D.; OLPER, A. Trade, price and quality upgrading effects of agri-food standards. **European Review Of Agricultural Economics**, p. 341–352, 20 nov. 2020.
- FOLETTI, L.; SHINGAL, A. Stricter regulation boosts exports: the case of Maximum Residue Levels in pesticides. **MPRA Paper**, n. 59895, 2012.
- GERVAIS, J.-P. *et al.* **New Data and Analysis on Non-tariff Measures in Agri-food Trade** †AAEA & NAREA Joint Annual Meeting. **Anais...**Pittsburgh: Agricultural & Applied Economics Association's, jul. 2011.
- HEAD, K.; MAYER, T. Gravity Equations: Workhorse, Toolkit, and Cookbook. *In*: **Handbook of International Economics**. Cambridge: Elsevier B.V., v. 4p. 131–195. 2014.
- HEID, B.; LARCH, M.; YOTOV, Y. Estimating the Effects of Non-discriminatory Trade Policies within Structural Gravity Models. **CESifo Working Paper Series**, n. 6735, 2017.
- HEJAZI, M.; GRANT, J. H.; PETERSON, E. B. **Hidden Trade Costs? Maximum Residue Limits and U.S. Exports of Fresh Fruits and Vegetables**: Center for Agricultural Trade. 2018. Disponível em: <<https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/85061/CATT-RR-2018-06.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 26 mar. 2021.
- HELBLER, M. *et al.* **Transparency & Trade Facilitation in the Asia Pacific: Estimating the Gains from Reform**. The World Bank ed. New York: The World Bank. Development Research Group International Trade. Australia: Department of Foreign Affairs and Trade, 2007.
- HENSON, S.; JAFFEE, S. Understanding Developing Country Strategic Responses to the Enhancement of Food Safety Standards. **The World Economy**, v. 31, n. 4, p. 548–568, 1 abr. 2008.
- HENSON, S.; LOADER, R. Barriers to agricultural exports from developing countries: The role of sanitary and phytosanitary requirements. **World Development**, v. 29, n. 1, p. 85–102, 1 jan. 2001.
- HOMOLOGA. **The Global Plant Protection Products Database and their Maximum Residue Limits (MRLs) Database**. 2021. Disponível em: <<https://v5.homologa.com/en/>>. Acesso em:

24 mar. 2021.

- KEULEMANS, W.; BYLEMANS, D.; CONINCK, B. DE. **Farming without plant protection products Can we grow without using herbicides, fungicides and insecticides?** Panel for the Future of Science and Technology. Brussels : 2019. Disponível em: <<http://www.europarl.europa.eu/thinktank>>. Acesso em: 24 mar. 2021.
- KOX, H.; LEJOUR, A. **Regulatory heterogeneity as obstacle for international services trade.** The Hague: 2005.
- KOX, H *et al.* **Services Trade and Domestic Regulation: OECD Trade Policy Papers** . Paris: 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1787/154365452587>>. Acesso em: 26 mar. 2021.
- LARCH, M. *et al.* Currency Unions and Trade: A PPML Re-assessment with High-dimensional Fixed Effects. **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, v. 81, n. 3, p. 487–510, 29 jun. 2019.
- LI, Y.; BEGHIN, J. C. A meta-analysis of estimates of the impact of technical barriers to trade. **Journal of Policy Modeling**, v. 34, n. 3, p. 497–511, 2012.
- _____. Protectionism indices for non-tariff measures: An application to maximum residue levels. **Food Policy**, v. 45, p. 57–68, 2014.
- _____. A meta-analysis of estimates of the impact of technical barriers to trade. *In: Nontariff Measures and International Trade*. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2016. p. 63–77.
- MOENIUS, J. **The Good, the Bad and the Ambiguous: Standards and Trade in Agricultural Products** IATRC Summer symposium. **Anais...**Bonn, Germany: maio 2006. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/228387855>>. Acesso em: 26 mar. 2021
- 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, 1 jan. 2017.
- NEUMANN, S. *et al.* **Global Economic Impact of Missing and Low Pesticide Maximum Residue Levels, Vol. 2.** United States International Trade Commission. Washington: 2021. Disponível em: <<https://www.usitc.gov/publications/332/pub5160.pdf>>. Acesso em: 27 mar. 2021.
- OLIVERO, M. P.; YOTOV, Y. V. Dynamic gravity: endogenous country size and asset accumulation. **Canadian Journal of Economics/Revue canadienne d'économie**, v. 45, n. 1, p. 64–92, 22 fev. 2012.
- OTSUKI, T.; WILSON, J. S.; SEWADEH, M. Saving two in a billion: Quantifying the trade effect of European food safety standards on African exports. **Food Policy**, v. 26, n. 5, p. 495–514, 1

out. 2001.

PIERMARTINI, R.; YOTOV, Y. V. **Estimating Trade Policy Effects with Structural Gravity**.

Genebra: World Trade Organization, 2016.

POPP, J.; PETŐ, K.; NAGY, J. Pesticide productivity and food security. A review. **Agronomy for sustainable development**, v. 33, n. 1, p. 243–255, out. 2013.

RAU, M.-L.; SHUTES, K.; SCHLUETER, S. **Index of heterogeneity of requirements in international agri-food trade**: NTM Impact Working Paper. Belgium: 2010. Disponível em: <<https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/157763>>. Acesso em: 26 mar. 2021.

SANTERAMO, F. G.; LAMONACA, E. The Effects of Non-tariff Measures on Agri-food Trade: A Review and Meta-analysis of Empirical Evidence. **Journal of Agricultural Economics**, v. 70, n. 3, p. 595–617, 10 set. 2019.

SANTOS SILVA, J. M. C.; TENREYRO, S. The log of gravity. **Review of Economics and Statistics**, v. 88, n. 4, p. 641–658, 7 nov. 2006.

SCHLUETER, S. W.; WIECK, C.; HECKELEI, T. Regulatory Policies in Meat Trade: Is There Evidence for Least Trade-distorting Sanitary Regulations? **American Journal of Agricultural Economics**, v. 91, n. 5, p. 1484–1490, 1 dez. 2009.

SENASA. **Resolución-934-2010**. 2010. Disponível em: <<http://www.senasa.gob.ar/normativas/resolucion-934-2010-senasa-servicio-nacional-de-sanidad-y-calidad-agroalimentaria>>. Acesso em: 26 mar. 2021.

SEOK, J. H.; SAGHAIAN, S.; REED, M. R. The ‘Signaling Effect’ and the impact of high maximum residue limit standards on U.S. vegetable exports. **Economic Analysis and Policy**, v. 59, p. 150–159, 1 set. 2018.

SHINGAL, A.; EHRICH, M. **A Service of zbw Trade effects of standards harmonization in the EU: Improved access for non-EU partners Standard-Nutzungsbedingungen: Trade effects of standards harmonization in the EU: improved access for non-EU partners**: Working Paper. New Delhi: New Delhi: Indian Council for Research on International Economic Relations (ICRIER), abr. 2019. Disponível em: <<https://www.econstor.eu/handle/10419/203706>>. Acesso em: 26 mar. 2021.

SHINGAL, A.; EHRICH, M.; FOLETTI, L. Re-estimating the effect of heterogeneous standards on trade: Endogeneity matters. **World Economy**, p. 756–787, 2020.

SWINNEN, J. Economics and politics of food standards, trade, and development#. **Agricultural Economics**, v. 47, n. S1, p. 7–19, 1 nov. 2016.

TINBERGEN, J. **Shaping the World Economy: Suggestions for an International Economic**

- Policy**. Nova York: 1962.
- USDA. **United States Department of Agriculture Foreign Agricultural Service**. 2021. Disponível em: <<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/home>>. Acesso em: 26 mar. 2021.
- USITC. **Global Economic Impact of Missing and Low Pesticide Maximum Residue Levels, Vol. 1**. United States International Trade Commission. Washington: 2020.
- VIGANI, M.; RAIMONDI, V.; OLPER, A. International trade and endogenous standards: the case of GMO regulations. **World Trade Review**, v. 11, n. 3, p. 415–437, 2012.
- WALL, H. J.; CHENG, I.-H. Controlling for Heterogeneity in Gravity Models of Trade. **SSRN Electronic Journal**, 2005.
- WILSON, J. S.; OTSUKI, T. Food Safety and Trade: Winners and Losers in a Non-Harmonized World. **Journal of Economic Integration**, v. 18, n. 2, p. 266–287, 2003.
- _____. To spray or not to spray: Pesticides, banana exports, and food safety. **Food Policy**, v. 29, n. 2, p. 131–146, abr. 2004.
- WILSON, J. S.; OTSUKI, T.; MAJUMDAR, B. Balancing food safety and risk: do drug residue limits affect international trade in beef? **The Journal of International Trade & Economic Development**, v. 12, n. 4, p. 377–402, dez. 2003.
- WINCHESTER, N. *et al.* The Impact of Regulatory Heterogeneity on Agri-food Trade. **The World Economy**, v. 35, n. 8, p. 973–993, 1 ago. 2012.
- WITS. **UN Comtrade | International Trade Statistics Database**. 2021. Disponível em: <<https://wits.worldbank.org/>>. Acesso em: 23 mar. 2021.
- WORLD BANK. **World Bank Open Data | Data**. 2011. Disponível em: <<https://data.worldbank.org/>>. Acesso em: 27 jul. 2020.
- 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.
- XIONG, B.; BEGHIN, J. C. Disentangling demand-enhancing and trade-cost effects of maximum residue regulations. *In: Nontariff Measures and International Trade*. 2017a. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2017a. p. 105–118.
- _____. Stringent maximum residue limits, protectionism, and competitiveness: The cases of the US and Canada. *In: Nontariff Measures and International Trade*. 2017b. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2017b. p. 193–207.
- YOTOV, Y. V. *et al.* **An Advanced Guide to Trade Policy Analysis: The Structural Gravity Model**. Geneva: 2016. Disponível em: <<http://vi.unctad.org/tpa>>. Acesso em: 14 jul. 2020.

Apêndices

APÊNDICE A

Tabela 13: Sugestões para o uso de diferentes efeitos fixos no modelo gravitacional.

Tipo de efeito fixo	Sugestão para a aplicação do efeito fixo
Importador; Exportador	O modelo de gravidade não pode mais estimar o impacto de qualquer variável (i) que afeta a propensão do exportador em exportar para todos os destinos (por exemplo, ser uma ilha, saída para o mar); (ii) que afeta as importações sem considerar a origem (por exemplo, tarifa média aplicada no nível do país, MNT); e (iii) que representa somas, médias e diferenças de variáveis específicas do país (por exemplo, número de documentos para exportar).
Par de países	É um procedimento metodológico recomendado para eliminar a endogeneidade entre a política comercial endógena e o termo de erro nas regressões gravitacionais, sem a necessidade de incluir variáveis defasadas. Absorve todas as variáveis bilaterais invariantes no tempo (por exemplo, distância bilateral). No entanto, não impede a estimativa dos efeitos da política comercial bilateral que variam no tempo, como as políticas tarifárias e de subsídios. Além disso, é indicado por capturar quaisquer componentes de custo comercial invariáveis e não observáveis no tempo
Importador-tempo; Exportador-tempo	Além de considerar os termos de resistência multilateral não observáveis no tempo, absorve todas as características específicas dos países, observáveis ou não, que variam com o tempo. Incluindo as variáveis de tamanho (PIB) e taxas de câmbio nacionais
Importador-produto-tempo; Exportador-produto-tempo	Ideal quando pretende-se avaliar os custos comerciais bilaterais, incluindo os efeitos da política comercial, que são específicos do setor. Nesse caso, o modelo gravitacional pode ser estimado com dados agrupados entre setores.

Fonte: Elaboração própria, com base em Yotov et al.(2016).

APÊNDICE B

São apresentadas três regressões alternativas para testar a robustez dos resultados. A primeira proposta é mostra os parâmetros estimados com efeitos fixos alternativos (Equação 19 e Tabela 14). O efeito fixo de par de países foi substituído por efeitos fixos para importador e exportador, com a adição de variáveis tradicionais do modelo gravitacional: a distância ($\ln Dist_{jt}$) e idioma comum ($idioma_{ij}$). Por questões de multicolinearidade perfeita com a variável idioma, a variável relação colonial bilateral entre o par de países i e j , que é uma variável tradicional do modelo, não foi acrescentada na equação gravitacional.

$$X_{ijt}^p = c + \alpha_j + \delta_i + \beta_1 IHR_{ijpt} + \beta_2 \ln PIB_{jt} + \beta_3 \ln Prod_{it} + \beta_4 \ln Dist_{ij} + \beta_5 idioma_{ij} + \varepsilon_{ijt}^p \quad (19)$$

em que X_{ijt}^p corresponde às importações pelos países europeus j da soja em grão (p) exportada pelos i países do Mercosul no ano t ; c é uma constante; α_j e δ_i representam os efeitos fixos invariantes no tempo do importador e exportador, respectivamente; PIB_{jt} refere-se ao PIB do país importador j no ano t , utilizado como *proxy* para capacidade de consumo do país; $Prod_{it}$ corresponde à produção da soja p no país exportador i no ano t ; $Dist_{ij}$ é a distância bilateral, em quilômetros, entre a capital de dois países i e j ; $idioma_{ij}$ é uma variável *dummy* que recebe valor 1 caso o par de países compartilham do mesmo idioma oficial e 0 caso contrário; IHR_{ijpt} são os índices de heterogeneidade IHR_{ijpt} e $IHRC_{ijpt}$ e ε_{ijt}^p é o termo de erro aleatório.

A segunda regressão alternativa (Equação 20 Tabela 15) estima os parâmetros para produtos desagregados a seis dígitos (HS06), mantendo o efeito fixo original de par de países.

$$X_{ijt}^p = c + \gamma_i + \beta_1 IHR_{ijpt} + \beta_2 \ln PIB_{jt} + \beta_3 \ln Prod_{it} + \varepsilon_{ijt}^p \quad (20)$$

Neste caso $p = 120100, 120110, 120190, 150710, 150790, 230400$.

Uma terceira análise para testar se os resultados são robustos consiste em considerar os índices IHR_{ijpt} e $IHRC_{ijpt}$ sem o exponencial, para que a atribuição de peso aos LMR mais rígidos seja desconsiderada. Os índices foram aplicados na Equação 18 e os resultados são descritos na Tabela 16.

$$IHR_{ijpt} = \frac{1}{N(a)} \left[\sum_{n(a)=1}^{N(a)} w_{mij} \times \left(\frac{|LMR_{jpat} - LMR_{ipat}|}{LMR_{pat}^{max} - LMR_{pat}^{min}} \right) \right] \quad (21)$$

$$IHRC_{ijpt} = \frac{1}{N(a)} \left[\sum_{n(a)=1}^{N(a)} w_{mij} \times \left(\frac{LMR_{jpat} - LMR_{ipat}}{LMR_{pat}^{max} - LMR_{pat}^{min}} \right) \right] \quad (22)$$

Tabela 14: Resultados das estimativas, avaliação de robustez com efeitos fixos para importador e exportador. O lado esquerdo representa o cálculo do índice na perspectiva da UE e o lado direito na perspectiva do *Codex*.

PPML (X_{ijt}^p)	Modelo Padrão	UE		<i>Codex</i>	
		(a)	(b)	(a)	(b)
IHR_{ijpt}	-	-0.649 (1.119)	-	-2.529*** (0.373)	-
$IHRC_{ijpt}$	-	-	-1.258** (0.505)	-	0.008 (0.625)
$\ln PROD_{it}$	0.537*** (0.091)	0.538*** (0.092)	0.538*** (0.091)	0.569*** (0.098)	0.537*** (0.091)
$\ln PIB_{jt}$	0.197 (0.219)	0.247 (0.275)	0.608* (0.341)	0.375 (0.291)	0.194 (0.299)
$\ln Dist_{jt}$	-25.484 (15.987)	-25.479 (15.984)	-25.477 (15.977)	-25.476 (15.978)	-25.484 (15.987)
$idioma_{ij}$	0.778 (0.566)	0.778 (0.566)	0.777 (0.566)	0.777 (0.566)	0.778 (0.566)
<i>constante</i>	236.029* (142.887)	235.926* (143.089)	226.237 (143.014)	235.058 (145.502)	236.095* (142.624)
N	750	750	750	750	750
R ²	0.422	0.424	0.428	0.442	0.422
EF	Sim ^a	Sim ^a	Sim ^a	Sim ^a	Sim ^a
Reset	0.566	0.530	0.479	0.527	0.565

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa. As colunas (a) contemplam apenas a regressão com o índice $\ln IHR_{ijpt}$ e as colunas (b) a regressão com o índice $\ln IHRC_{ijpt}$. Os valores entre parênteses referem-se aos erros-padrão robustos agrupados por par de países. * p<0.10. ** p<0.05. *** p<0.01. ^a EF para importador e exportador.

Tabela 15: Resultados das estimativas, avaliação de robustez com produtos desagregados em HS06. O lado esquerdo representa o cálculo do índice na perspectiva da UE e o lado direito na perspectiva do *Codex*.

PPML (X_{ijt}^p)	Modelo Padrão	UE		<i>Codex</i>	
		(a)	(b)	(a)	(b)
IHR_{ijpt}	-	-0.400 (1.051)	-	-2.197*** (0.347)	-
$IHRC_{ijpt}$	-	-	-1.233** (0.498)	-	-0.007 (0.623)
$\ln PROD_{it}$	0.292*** (0.071)	0.293*** (0.072)	0.293*** (0.071)	0.314*** (0.075)	0.292*** (0.071)
$\ln PIB_{jt}$	0.273 (0.212)	0.301 (0.257)	0.662** (0.327)	0.429 (0.286)	0.275 (0.281)
<i>constante</i>	2.069 (6.043)	2.104 (6.283)	-7.064 (8.829)	1.267 (8.054)	2.007 (7.400)
N	1440	1440	1440	1440	1440
R ²	0.197	0.198	0.199	0.203	0.197
EF	Sim ^a	Sim ^a	Sim ^a	Sim ^a	Sim ^a
Reset	0.295	0.330	0.417	0.332	0.293

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa. As colunas (a) contemplam apenas a regressão com o índice $\ln IHR_{ijpt}$ e as colunas (b) a regressão com o índice $\ln IHRC_{ijpt}$. Os valores entre parênteses referem-se aos erros-padrão robustos agrupados por par de países. * p<0.10. ** p<0.05. *** p<0.01. ^a EF para par de países.

Tabela 16: Resultados das estimativas, avaliação de robustez com os índices sem o exponencial. O lado esquerdo representa o cálculo do índice na perspectiva da UE e o lado direito na perspectiva do *Codex*.

PPML (X_{ijt}^p)	Modelo Padrão	UE		<i>Codex</i>	
		(a)	(b)	(a)	(b)
IHR_{ijpt}	-	-1.662 (2.031)	-	-2.195*** (0.835)	-
$IHRC_{ijpt}$	-	-	-4.026*** (0.575)	-	0.217 (1.092)
$\ln PROD_{it}$	0.537*** (0.091)	0.539*** (0.093)	0.570*** (0.098)	0.538*** (0.091)	0.537*** (0.091)
$\ln PIB_{jt}$	0.201 (0.218)	0.258 (0.275)	0.411 (0.285)	0.621* (0.334)	0.154 (0.312)
<i>constante</i>	3.965 (6.201)	3.46 (7.123)	-0.435 (8.053)	-7.221 (9.360)	5.249 (8.618)
N	720	720	720	720	720
R ²	0.480	0.484	0.500	0.486	0.480
EF	Sim ^a	Sim ^a	Sim ^a	Sim ^a	Sim ^a
Reset	0.187	0.244	0.215	0.218	0.189

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa. As colunas (a) contemplam apenas a regressão com o índice $\ln IHR_{ijpt}$ e as colunas (b) a regressão com o índice $\ln IHRC_{ijpt}$. Os valores entre parênteses referem-se aos erros-padrão robustos agrupados por par de países. * p<0.10. ** p<0.05. *** p<0.01. ^a EF para par de países.

As avaliações de robustez corroboram os resultados estimados na Tabela 14. Em todos os casos a variável IHR_{ijpt} foi significativa e apresentou sinal negativo apenas quando os LMR são tomados na perspectiva do *Codex*. Para o índice $IHRC_{ijpt}$ todas as estimações alternativas mostraram parâmetros estatisticamente significativos apenas quando são tomados como referência os LMR da UE.

APÊNDICE C

As estatísticas descritivas das variáveis analisadas estão resumidas na Tabela 17. A direção e a magnitude dos efeitos dessas variáveis sobre o comércio são descritas nos resultados empíricos.

Tabela 17: Estatísticas descritivas.

Variável	Observações	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
X_{ijt}^p	316	140772.4	262260.9	0.003	1420791
$\ln PIB_{jt}$	840	6.31E+11	9.53E+11	8.75E+09	3.95E+12
$\ln PROD_{it}$	840	37.87047	32.03806	6.364	119.7
$IHR_{i,UE,pt}$	840	2.303852	0.1651093	2.110975	2.508637
$IHR_{i,Codex,pt}$	840	1.430208	0.2263946	1.174897	1.762255
$IHRC_{i,UE,pt}$	840	2.009004	0.2990597	1.618476	2.392624
$IHRC_{i,Codex,pt}$	840	1.315894	0.0452525	1.25811	1.392284

Fonte: Elaboração própria.

4. RIGOR REGULATÓRIO COMO DETERMINANTE DAS DECISÕES DE DEMANDA

Resumo

O estudo introduz uma avaliação importante que não tem sido considerada em pesquisas com propósitos semelhantes. Mais especificamente, propõe uma nova parametrização da qualidade nas relações comerciais bilaterais entre países, que considera o rigor do LMR do exportador em relação à conformidade com os padrões internacionais do *Codex*, e acrescenta o rigor do LMR entre o importador e o exportador. Essa última variável é avaliada do ponto de vista dos custos de conformidade, considerando os ajustes realizados pelo o exportador para atender as exigências regulatórias do importador. Todos esses efeitos são investigados para a probabilidade de comércio, fluxos comerciais e preços unitários. Os resultados indicam que quanto mais desagregada a caracterização dos aspectos que levam à harmonização dos produtos, tanto maior a evidência de que os preços relativos dos bens definem a natureza e intensidade de comércio, de forma semelhante ao identificado nos modelos clássicos. Se o efeito restritivo decorrente do alto rigor da UE é igual ao efeito positivo atribuído ao aumento na percepção de qualidade dos consumidores, esses últimos absorvem o repasse dos custos de adequação via preço relativo das commodities. Um possível acordo comercial entre os blocos pode resultar em uma intensificação do comércio por favorecer os produtores sul-americanos na obtenção de informações e assistência técnica para alcançar a harmonização dos níveis desejáveis no mercado europeu

Palavras-chave: Limite máximo de resíduos, Qualidade, Custos de comércio, Conformidade

Abstract

The study introduces an important assessment that has not been considered in research with similar purposes. More specifically, it proposes a new parameterization of quality in bilateral trade relations between countries, which considers the strictness of the exporter's MRL about compliance with international Codex standards, and adds the strictness of the MRL between the importer and the exporter. This last variable is evaluated from the point of view of compliance costs, considering the adjustments made by the exporter to meet the regulatory requirements of the importer. All of these effects are investigated for the likelihood of trade, trade flows, and unit prices. The results indicate that the more disaggregated the characterization of the aspects that lead to the harmonization of products, the greater the evidence that the relative prices of goods define the nature and intensity of trade, in a similar way to that identified in the classic models. If the restrictive effect resulting from the EU's high rigor is equal to the positive effect attributed to the increase in the perception of quality of consumers, the latter absorbs the pass-through of adequacy costs via the relative price of commodities. A possible trade agreement between the blocs can result in an intensification of trade by favoring South American producers in obtaining information and technical assistance to achieve the harmonization of desirable levels in the European market.

Keywords: Maximum residue limit; Quality; Trade costs; Compliance

1. Introdução

Atender aos padrões alimentares tornou-se um aspecto importante para os mercados de exportação, afetando os preços relativos dos bens agrícolas e moldando os fluxos comerciais. Esses padrões visam assegurar o bem-estar social, na forma do trinômio 3S: saúde, sanidade e

sustentabilidade, tanto do produto, que inclui os riscos provenientes do consumo de alimentos, como do processo produtivo, que envolve os danos ao meio ambiente e aos agricultores pelo uso inadequado de produtos químicos. Tais fatores têm ganhado importância nos marcos regulatórios estabelecidos por cada país e podem gerar custos de conformidade para os exportadores que enviam seus produtos aos mercados com diferentes regulamentos, incluindo as exigências de qualidade, de controle e os testes de certificação. Esses custos podem ser agravados na medida em que os fornecedores devem diversificar as práticas produtivas para atender às mais diversas exigências dos diferentes mercados, o que pode vir a reduzir a capacidade de competição para determinados destinos (Beghin, Disdier e Marette, 2015; Bureau, Disdier e Ramos, 2007; Fiankor, Curzi e Olper, 2020b; Li e Beghin, 2014; Shingal, Ehrich e Foletti, 2020).

Embora os efeitos pelo lado dos custos sejam imperativos na literatura, os padrões regulatórios não são, necessariamente, barreiras comerciais, mas envolvem diferentes implicações de economia política. Swinnen e Vandemoortele (2011) relatam que os padrões alimentares podem ser uma resposta às exigências dos consumidores por uma maior garantia de qualidade³⁴. A partir dessa proposição, emerge a dualidade sustentada na análise empírica, de que os regulamentos afetarão simultaneamente as estruturas de incentivos dos produtores e das empresas importadoras (Xiong e Beghin, 2017a). A depender de qual o efeito comercial predominante, as implicações das medidas regulatórias são, portanto, ambíguas e heterogêneas (Beghin, Disdier e Marette, 2015; Disdier, Gaigné e Herghelegiu, 2020; Fiankor, Curzi e Olper, 2020b; Swinnen, 2016).

Sob o ponto de vista do mercado consumidor, assinala-se que a percepção sobre a qualidade não envolve apenas características relacionadas à aparência, textura, valor nutritivo e prazo de validade, como também atributos difíceis de serem observados, como a presença de microrganismos, contaminantes e resíduos químicos. Tomando como exemplo os mercados de soja e milho, os grãos seguem um padrão mundial de qualidade, sendo classificados quanto ao teor de umidade, quantidade de impureza e matérias estranhas e grãos avariados. Os itens exigidos nas características dos produtos, que vão além dos requisitos padrões exigidos nas categorias de commodities, podem ser considerados atributos de qualidade adicionais e portanto, promover a diferenciação do produto. Essa questão esbarra na importância da

³⁴ Nesse contexto, a qualidade refere-se à percepção dos consumidores em relação a produtos mais seguros. Consumidores de economias mais desenvolvidas mantêm a ideia de que a maior qualidade está associada ao menor risco de contaminação por resíduos de pesticidas. Do ponto de vista do produtor, a qualidade do produto está mais atribuída às condições de produção que geram em uma boa safra em termos produtivos e não é essa a ideia que se deseja capturar nesse texto.

comprovação da sanidade do alimento no contexto das relações de comércio, constituindo em um dos grandes desafios globais da agricultura moderna.

Nos países em que a conscientização do consumidor sobre os 3S é comprovadamente alta, a demanda internacional por produtos regulados a partir de padrões agroalimentares tende a ser estimulada, mormente em economias de maior renda, onde os governos são encorajados a criar políticas e estabelecer novos órgãos para regular e monitorar os “padrões de qualidade”, de modo que o efeito do aumento da demanda, por meio da internalização do fluxo de novas informações, que reduzem a incerteza e aumentam a qualidade percebida, prevaleça ao efeito custo (Kim, 2009; Li e Beghin, 2014). Os produtores, por sua vez, são induzidos a adotar os requisitos dos parceiros comerciais como um meio de sinalizar ao mercado importador, adequação aos regulamentos estabelecidos pelos mesmos (Melo *et al.*, 2014). Isso é facilitado por avanços em áreas como inovação e infraestrutura necessária para aumentar a produtividade, reduzir custos ou aumentar a escala de produção, de forma a manter as cadeias alimentares funcionando de maneira harmoniosa e evitando rupturas que podem ser de difícil recuperação.

Nos fluxos de comércio internacional é possível verificar um padrão comumente exigido para produtos agrícolas, que se constitui nos Limites Máximos de Resíduos (LMR) para defensivos químicos. Os LMR para pesticidas estabelecem o nível mais alto de resíduos de um ingrediente ativo que é legalmente tolerado em produtos adquiridos para consumo. **Dessa forma, quanto menor o LMR, tanto mais restritiva é a exigência associada a esse regulamento.** É fato que quando as culturas alimentares ultrapassam o limite estipulado, as cargas exportadas podem ser rejeitadas nas fronteiras. Se as remessas não puderem ser redirecionadas para outros países que validam uma política regulamentar menos rigorosa, o prejuízo pode ser substancial (USITC, 2020). Na UE, por exemplo, no período de 2010 a 2020, 11,1% do total dos produtos agrícolas rejeitados na fronteira foram relacionados aos altos níveis de resíduos de pesticidas em relação ao que é estabelecido pelo bloco, sendo a terceira causa mais frequente pelas rejeições, ultrapassada pela presença de micotoxinas (15,1%) e microrganismos patogênicos (17,5%) (RASFF, 2021).

O objetivo da regulamentação de pesticidas é salvaguardar o abastecimento de alimentos, ao mesmo tempo que mitiga os riscos potenciais do manuseio, exposição e consumo de compostos perigosos. Como tal, muitos governos estabelecem seus próprios LMR para impor os níveis de pesticidas que julgam adequados para garantir segurança à saúde do consumidor, do produtor e do meio ambiente. Entretanto, as diferentes decisões tomadas em diversos mercados demarcam a heterogeneidade regulatória entre os países que negociam no mercado internacional. Na tentativa de resolver esse problema, a Organização Mundial do

Comércio (OMC) encoraja os países membros a aceitarem os padrões internacionais definidos pelo *Codex Alimentarius* como uma forma de harmonizar as políticas internacionais, mas isso não ocorre. Os limites estabelecidos pelos mercados podem apresentar grandes assimetrias em relação aos padrões internacionais, de modo que os requisitos mais estritos do que o equivalente *Codex* tendem a distorcer o comércio. Isso ocorre pois os padrões refletem níveis de exigência que estão aquém das recomendações científicas e, portanto, podem ser interpretadas como medida de protecionismo camuflado como objetivos legítimos de proteção (Xiong e Beghin, 2017b).

À luz do exposto, tanto maior é a capacidade do exportador em atender os padrões dos países mais exigentes, maiores tendem a ser os fluxos de comércio. Reconhecendo que os padrões europeus têm se tornado cada vez mais rigorosos, são alvos constantes de estudos que colocam em evidência se estes padrões atuam como propulsores ao comércio, ao elevar a demanda por parte das economias importadoras, ou como barreiras comerciais, ao criar custos excessivos nos países produtores, afetando sua capacidade exportadora (Disdier e Marette, 2010; Foletti e Shingal, 2012; Li e Beghin, 2014; Otsuki, Wilson e Sewadeh, 2001; Shingal e Ehrich, 2019). Nesse sentido, esse estudo melhora o estado da arte na investigação do mercado europeu, ao explorar o efeito da heterogeneidade regulatória associada aos diferentes níveis de LMR entre dois grupos de países que apresentam padrões agroalimentares distintos, os países membros do Mercosul, como exportadores, e os da UE, como mercados de consumo. O bloco sul-americano é formado por países em desenvolvimento, cuja restritividade tende a ser menor que a dos países desenvolvidos (Li e Beghin, 2014). Outrossim, o estabelecimento de regulamentos em países em desenvolvimento é mais frequente em grupos de produtos que possuem vantagem comparativa, pois buscam adequação para não perder seus principais mercados (Ferro, Otsuki e Wilson, 2015; Fiankor, Curzi e Olper, 2020).

Diferente da literatura que se concentra em como medidas unilaterais impostas pelo importador ou exportador afetam a melhoria da qualidade do produto, é considerado o caso em que, para o mesmo produto, ambos os países definem padrões diferentes uns aos outros. A aplicação dos LMR diferencia-se dos estudos medem os padrões agroalimentares a partir de notificações sobre medidas sanitárias e fitossanitárias (SPS) da OMC. A proposta é investigar as assimetrias dos limites de resíduos toleráveis na percepção de qualidade por parte do importador e nos custos adicionais enfrentados pelo exportador, já que grande parte das evidências empíricas se concentra apenas nos efeitos pelo lado da oferta ou pelo lado da demanda, não considerando os efeitos conjuntos dos padrões agroalimentares. Além disso,

baseado nos resultados de duas meta-análises que revelam que os efeitos dos diferentes níveis de rigor dos padrões sobre o comércio são condicionados à cobertura setorial, geográfica e o tipo de Medida Não Tarifária (MNT) avaliada (Li e Beghin, 2016; Santeramo e Lamonaca, 2019b), são investigados o comércio de milho e soja, proposta diferente dos estudos que avaliam uma gama de produtos do agronegócio conjuntamente (Beghin e Xiong, 2018; Ferro, Otsuki e Wilson, 2015; Fiankor, Curzi e Olper, 2020a; Fiankor, Haase e Brümmer, 2021; Xiong e Beghin, 2017a). Esse enfoque permite a elaboração de políticas específicas para o setor de grãos, dado que são produtos com grande importância na pauta exportadora do Mercosul e com grande absorção pelo bloco europeu.

Para além dos apontamentos supracitados, a produção e comercialização de milho e soja apresentam algumas particularidades quanto ao uso de pesticidas e políticas LMR em relação a outros produtos agrícolas. Primeiro, os produtos vendidos a granel são misturados antes de chegar aos países de destino, o que dificulta a rastreabilidade do produto até determinado local de produção. À vista disso, os produtores que exportam devem garantir que seu produto atenda ao menor LMR de todos os mercados importadores, inclusive os pesticidas proibidos, ou seja, as políticas de LMR vigente em um importante parceiro comercial pode determinar quais pesticidas e métodos de produção serão usados em todos os mercados de exportação (USITC, 2020). Segundo, por se tratar de commodities, os atributos adicionais de qualidade, como a menor concentração de resíduos de pesticidas, podem ser captados por diferenças nos preços de exportação. Terceiro, o setor agrícola tem lidado com a proibição ou a não renovação de pesticidas importantes para manter o rendimento das safras e o mercado europeu, especialmente, tem liderado tendências de proibição de algumas substâncias químicas amplamente empregadas nos processos produtivos do milho e da soja, como o mancozebe e glifosato, representando um desafio à produção nos países exportadores. A partir dessa colocação, a presente investigação contempla os pesticidas mais utilizados nas culturas em análise a fim de fazer essa identificação e revelar os potenciais efeitos da restrição de certos pesticidas. Essa proposta é recomendada por Rau et al (2010) e Burnquist et al (2011). Grande parte das investigações existentes não fazem essa identificação e podem estar minimizando as reais implicações comerciais (Curzi, Raimondi e Olper, 2015; Ferro, Otsuki e Wilson, 2015; Traoré e Tamini, 2021).

Por fim, incorpora-se a heterogeneidade regulatória na estrutura de Melitz (2003) como uma contribuição teórica. A análise empírica é definida dentro da estrutura de gravidade estrutural sob uma nova parametrização da qualidade, ao considerar duas medidas de rigor relativo. Outra diferenciação desse trabalho consiste em considerar a possível endogeneidade

dos padrões ao volume de comércio, empregando um conjunto de efeitos fixos para pares de países nas estimativas. Estes últimos são melhores medidas de custos de comércio bilateral do que o padrão de conjunto de variáveis bilaterais (Anderson, Larch e Yotov, 2020; Egger e Nigai, 2015).

2. Abordagem teórica e empírica

2.1. Efeitos da divergência regulatória dos LMR no comércio agroalimentar

Nesta seção apresenta-se o escopo das possíveis divergências regulatórias que afetaram o comércio agroalimentar através da alteração nos custos de produção e/ou na demanda do consumidor.

O conhecimento analítico sobre o efeito das medidas de cunho técnico sobre as relações de troca no comércio internacional tem sido enfoque de estudos desde 1990, cuja proliferação baseou-se, sobretudo, nas equações gravitacionais. O modelo gravitacional tem sido usado para analisar questões políticas específicas, testar efeitos de blocos regionais, viés comercial do país de origem, tendo-se constituído na abordagem teórica mais comum para estimar o efeito dos padrões de produtos e de segurança alimentar nos fluxos comerciais (Beghin, Disdier e Marette, 2015; Ferro, Otsuki e Wilson, 2015).

É crescente o número de estudos que reconhecem a relação entre as medidas técnicas (padrões regulatórios) e os fluxos comerciais dos agroalimentos, estimulando o debate sobre as mais diversas medidas não tarifárias e seus efeitos econômicos. Por exemplo, Otsuki, Wilson e Sewadeh (2001) quantificaram as implicações de um novo padrão harmonizado para os resíduos de aflatoxinas estabelecido pela UE nas exportações de alimentos da África, entre 1989 e 1998. Os resultados sugerem que o padrão regulatório europeu, caracterizado pelo seu alto nível de rigor, atua de forma a reduzir o comércio. O rigor de 1% a mais sobre o resíduo de pesticidas, acima do nível pré-estabelecido pelo bloco, reduziria o comércio de cereais em 1,1% e o de frutas, vegetais e nozes em 0,43%. Em um outro cenário, os autores verificaram os efeitos comerciais no caso em que os países europeus normalizassem seus regulamentos de acordo com os padrões internacionais. Os resultados revelaram que o fluxo de comércio poderia aumentar em até US\$670 milhões, caso as exigências da política de segurança alimentar da UE fossem afrouxadas para seguir as diretrizes do *Codex*. Partindo de objetivos semelhantes, Wilson e Otsuki (2004) examinaram a relação entre os padrões estabelecidos para o pesticida clorpirifós e as exportações de banana dos 21 principais mercados exportadores das regiões em

desenvolvimento para os principais países importadores do grupo OCDE. Ao comparar o rigor regulatório das economias de alta renda em contraste aos padrões internacionais, estimou-se que, em um ano, ocorreu uma perda de exportações em torno de US\$5,5 bilhões. Esse resultado representa um efeito significativo no comércio de países cuja *commodity* tem particular relevância em sua pauta exportadora.

Embora os trabalhos citados evidenciam os efeitos comerciais negativos, outros, como Chen, Wilson e Otsuki (2008), apontam que o estabelecimento de medidas regulatórias pode contribuir para informar e proteger o consumidor das ameaças alimentares no comércio internacional, de forma a elevar as trocas comerciais. Os resultados obtidos pelos autores indicaram que os padrões regulatórios melhoraram as exportações, tanto nas margens intensiva (aumento no fluxo por produto), como nas extensiva (aumento na diversidade dos produtos), aprimorando a capacidade exportadora de um país em até 9 pontos percentuais.

De maneira geral, as exigências regulatórias restringem as exportações caso os custos de conformidade para os produtores sejam mais elevados que o preço que os consumidores desejam pagar pelo atributo de sanidade, saúde e sustentabilidade (Beghin e Xiong, 2018; Santeramo e Lamonaca, 2019a; Shingal, Ehrich e Foletti, 2020).

Disdier e Marette (2010) também contribuíram com evidências de aspectos positivos nos padrões no comércio ao demonstrarem que as medidas mais rígidas de resíduos de antibióticos encontrados em crustáceos melhoraram o bem-estar social às custas do comércio internacional. Na mesma linha, Crivelli e Groschl (2016) mensuraram o efeito das medidas sanitárias e fitossanitárias (SPS) como *proxies* para expressar a qualidade do produto sob a perspectiva do importador. Os resultados demonstram que, quando analisadas de forma agregada, as medidas podem ser identificadas como obstáculos ao comércio agrícola. No entanto, quando consideradas de forma mais específicas, relacionadas às características dos produtos, resultam em aumento nos fluxos bilaterais condicionados ao cumprimento da norma. Conclusões semelhantes são obtidas por Fassarella, Burnquist e de Souza (2011), ao constatarem que o efeito das medidas SPS, quando analisadas de forma generalizada, causam um efeito negativo sobre as exportações brasileiras de aves, mas ao desagregar as medidas para níveis mais detalhados, o comércio bilateral pode ser melhorado. Segundo os autores, a verificação do conteúdo das exigências sugere que as políticas governamentais para estimular o fornecimento de informações sobre o produto avícola nacional, tais como requisitos de embalagem e rotulagem e esclarecimentos quanto às medidas de prevenção de doenças, têm um efeito positivo nas exportações.

Muitos trabalhos dedicados a abordar padrões de segurança alimentar concentram-se

em avaliar padrões específicos ao comércio, como os LMR para pesticidas. Para Ferro, Otsuki e Wilson (2015), a variação dos limites empregados por cada país pode se tornar um elemento fundamental para a competitividade nas relações comerciais, sendo uma questão particularmente importante para os países cuja pauta exportadora é essencialmente agrícola. Outros estudos, no entanto, reforçam que o rigor imposto nos padrões pode distorcer o comércio, reduzindo o mérito dos países que obtêm ganhos por meio das economias de escala e vantagens comparativas. Uma meta-análise realizada por Santeramo e Lamonaca (2019a) mostra que 33 de 62 estudos que avaliaram o efeito dos LMR no comércio agrícola, encontraram um efeito comercial negativo. Resultado semelhante foi verificado por Li e Beghin (2016), ao investigarem 27 estudos, notaram que a maior parte deles revela que a heterogeneidade regulatória tem implicações negativas no comércio. Os autores chamam atenção ao fato de que diferentes resultados podem ser encontrados de acordo com especificidade e cobertura setorial, geográfica e o tipo medida não tarifária avaliada, de modo que as análises de medidas SPS específicas, como o caso dos LMR, para um grupo de produtos específicos, encontram principalmente efeitos restritivos aos fluxos comerciais.

O Quadro 1 organiza estudos que partiram de um objetivo comum - analisar as implicações das diferenças regulatórias associadas aos LMR sobre as exportações de commodities agroalimentares - porém empregaram diferentes indicadores que medem os efeitos dos níveis de rigor estabelecidos entre dois mercados que comercializam bilateralmente. Pressupõe que os LMR do importador têm efeitos significativos ao comércio, independentemente de como esses níveis se comparam aos LMR dos exportadores. As conclusões reportadas são divergentes, sublinhando o efeito ambíguo e complexo das medidas regulatórias sobre o comércio.

Em suma, os resultados reconhecem que a harmonização dos instrumentos regulatórios aumenta a confiança por parte do consumidor quanto às questões de segurança do alimento e a percepção de qualidade. Essa tendência é acentuada pela demanda crescente dos consumidores por informação e confiabilidade quanto ao produto consumido. Contudo, os requisitos e normas, e seu rigor, não evoluem uniformemente entre países e regiões, impondo complexidades adicionais às cadeias de exportação agroalimentar.

Quadro 1: Revisão dos estudos que trataram dos LMR no comércio agroalimentar.

(Continua)

Autor(es)	Objetivo do trabalho	Países analisados	Período analisado	LMR	Principais conclusões
Drogué, DeMaria (2012)	Estimar o efeito da (dis)similaridade regulatória dos LMR no comércio de maçãs e peras	Importadores: 27 estados membros da UE, Argentina, Austrália, Brasil, Canadá, Chile, China, Japão, Coreia, México, Nova Zelândia, Rússia, África do Sul e EUA. Exportadores: os mesmos países, exceto o México e Rússia, que são principalmente países importadores).	2000-2009	Índice de Similaridade $SIM_{ijm} = 1 - \left[\frac{1}{n} \sum_{p=1}^n \left(\frac{x_{ikp} - \bar{x}_{ik}}{\sigma_{ik}} \right) \left(\frac{x_{jkp} - \bar{x}_{jk}}{\sigma_{jk}} \right) \right]$	Aumentar a semelhança entre regulamentos aumenta as chances de negociação. Além disso, a harmonização tem um efeito positivo na Austrália, Canadá, China, Nova Zelândia e UE, nenhum efeito na Argentina, Brasil, Chile, Coreia e África do Sul e um efeito negativo para os EUA e o Japão.
Winchester et al (2012)	Investigar os efeitos da heterogeneidade regulatória no comércio agroalimentar (carne bovina e suína, queijo, batata, tomate, legumes frescos e outros vegetais, maçãs e peras, cevada, milho e sementes de colza	Argentina, Brasil Austrália, Canadá, China, Japão, Nova Zelândia, Rússia, EUA (exportadores) e 27 estados membros da UE (importadores)	2009-2010	Índice de Heterogeneidade Real $AHI_{ij} = \sum_{i=1}^N w_{mij} DS_{mij}^{AHI} / \sum_{i=1}^N w_{mij}$ $DS_{mij}^{AHI} = (x_{mi} - x_{mj}) / [\max(x_m) - \min(x_m)]$	O emprego de LMR mais rigorosos para um país em relação a outros reduzem as exportações para esse país. Os reguladores devem investir tempo na revisão de LMR de pesticidas para atenuar as diferenças entre países, por exemplo, adotando LMR acordados internacionalmente, como os sugeridos pelo Codex
Ferro, Otsuki e Wilson (2015)	Analisar o efeito da restritividade entre dois parceiros que comercializam bilateralmente no comércio de 66 produtos alimentares (HS-6)	Argentina, Asean, Austrália, Brasil, Canadá, Chile, China, Colômbia, Egito, 28 estados membros da UE, Índia, Israel, Japão, Coreia Do Sul, Malásia, México, Nova Zelândia, Rússia, Singapura, África Do Sul, Suíça, Taiwan, China, Tailândia, Peru, Ucrânia, EUA	2006-2011	Índice de Restritividade $restric_{ipj} = \frac{1}{N(a)} \left[\sum_{n(a)=1}^{N(a)} \frac{Max_{pat} - MRL_{ipat}}{Max_{pat} - Min_{pat}} \right]$	Os padrões dos produtos afetam, em média, negativamente as decisões das empresas de exportar para um determinado mercado de destino
Xiong e Beghin (2017a)	Separar os efeitos dos LMR sobre a oferta e demanda dos principais players no comércio de produtos agrícolas não processados desagregados a 4 dígitos	61 exportadores e 21 países da OCDE (importadores)	2007-2012	Índice de Rigor $MRL_{jk} = \frac{1}{N} \left[\sum_{n(k)=1}^{N(k)} \exp \left(\frac{MRL_{codex, kn(k)} - MRL_{jkn(k)}}{MRL_{codex, kn(k)}} \right) \right]$	Os resultados mostram que as políticas regulatórias podem alcançar objetivos legítimos sem impedir o comércio internacional em seus efeitos cumulativos. Os LMR aumentam a demanda de importação, garantindo maior segurança alimentar, mas também reduzem a oferta de exportação ao impor custos adicionais, principalmente nos países menos desenvolvidos tem certa desvantagem. O efeito líquido é de elevar as trocas comerciais.

(Conclusão)

Autor(es)	Objetivo do trabalho	Países analisados	Período analisado	LMR	Principais conclusões
Xiong e Beghin (2017b)	Avaliar as implicações do rigor dos LMR em pesticidas e medicamentos veterinários para o desempenho comercial dos EUA e do Canadá para 135 produtos vegetais e animais	EUA, Canadá (importadores e exportadores) e 60 parceiros comerciais.	2010	Índice de Rigor $S_{jk} = \frac{1}{N} \left[\sum_{n(k)=1}^{N(k)} \exp \left(\frac{MRL_{codex, kn(k)} - MRL_{jkn(k)}}{MRL_{codex, kn(k)}} \right) \right]$	Os EUA enfrentam pouca distorção comercial em termos de comércio agroalimentar, já que adotam LMR próximos aos definidos pelo <i>Codex</i> . Porém, suas exportações podem ser afetadas negativamente por LMR estritos adotados por seus parceiros comerciais. O Canadá, por ser sistematicamente mais rigoroso, parece ser mais competitivo com seus níveis baixos de tolerância, mas seus fornecedores podem arcar com altos custos de conformidade para atender suas exigências.
Shingal, Ehrich e Foletti (2020)	Verificar o efeito harmonização nos requisitos de LMR nas importações intra e extra-UE, para vegetais e frutas, considerados ao o maior nível de desagregação	Argentina, Austrália, Brasil, Canadá, Chile, China, Colômbia, Egito, Índia, Israel, Japão, Coreia, México, Malásia, Noruega, Nova Zelândia, Rússia, Cingapura, África do Sul, Suíça, Tailândia, Turquia, Ucrânia, EUA, Vietnã (exportadores) e 28 estados membros da UE (importadores e exportadores)	2005-2014	Índice de Heterogeneidade do Comércio $AHI_{ij} = \sum_{l=1}^N w_{mij} DS_{mij}^{AHI} / \sum_{l=1}^N w_{mij}$ $DS_{mij}^{AHI} = (x_{mi} - x_{mj}) / [\max(x_m) - \min(x_m)]$	A heterogeneidade regulatória no período de pré harmonização dos LMR (2005-2008) tem efeitos adversos nas exportações intra-UE, de acordo com as especificações avaliadas. Porém, após a harmonização (2009-2014), constatou-se que a harmonização aumentou a probabilidade de exportações dentro da UE, com os países membros da OCDE e também com as economias em desenvolvimento.
Fiankor, Curzi, Olper (2020b)	Avaliar como as diferenças entre os padrões agroalimentares afetam o comércio, os preços e a melhoria de qualidade para 145 produtos agrícolas	59 importadores e exportadores	2005-2014	Índice de Rigor $MRL_{jk} = \frac{1}{N} \left[\sum_{n(k)=1}^{N(k)} \exp \left(\frac{MRL_{ikn(k)} - MRL_{jkn(k)}}{MRL_{ikn(k)}} \right) \right]$	A diferença entre dos LMR estabelecidos entre os países afeta negativamente o fluxo de comércio e reduz o número de variedades comercializadas. Condicional à conformidade que gera custos ao exportador, ocorre um aumento nos preços dos produtos, mas isso não gera um incremento na qualidade. Os efeitos na qualidade não são significativos para o comércio entre os países Sul-Sul, mas são pronunciados no comércio Sul-Norte.
Traoré, Tamini (2021)	Avaliar o efeito líquido dos LMR de pesticidas na produção, oferta de exportação e demanda de importação de manga	12 exportadores africanos e 31 importadores da OCDE	2016	Índice de Rigor $MRL_{jk} = \frac{1}{N} \left[\sum_{n(k)=1}^{N(k)} \exp \left(\frac{MRL_{codex, kn(k)} - MRL_{jkn(k)}}{MRL_{codex, kn(k)}} \right) \right]$	O alto rigor dos LMR em vigor nos países da OCDE reduz a probabilidade dos países africanos em produzirem mangas compatíveis com a regulamentação dos países de alta renda, mas aqueles exportadores que atendem às exigidas, aumentam seus fluxos comerciais para aqueles mercados, prevalecendo o efeito do aumento da demanda. Os LMR atuam como barreiras por impedir a produção, mas são propulsores do comércio quando melhoram a percepção de qualidade por parte dos consumidores.

Fonte: Elaboração própria.

2.2.Heterogeneidade regulatória e padrões de qualidade

Os distintos padrões regulatórios estabelecidos pelos países importadores podem afetar as decisões de comércio ao alterar substancialmente os custos de produção. Essa questão é enfatizada na “nova teoria do comércio”, cujas propostas são pautadas em explicar a diferenciação dos produtos no comércio intrasetorial em uma estrutura de concorrência monopolística, além de explorar os aspectos de produtividade, salários, volumes de produção e lucros que diferenciam as firmas exportadoras das não exportadoras (Chaney, 2008; Shingal, Ehrich e Foletti, 2020). Os elementos da firma heterogênea foram introduzidos por Melitz (2003) ao explicar que as diferenças de produtividade entre as empresas são uma fonte adicional de vantagem comparativa. Suas provisões teóricas sugerem que a introdução de um padrão de segurança alimentar, por exemplo, impõe custos de entrada irrecuperáveis e apenas empresas produtivas têm capacidade de atender ao mercado externo, enquanto as menos produtivas saíram do mercado. O modelo teórico de Abel-Koch (2013) prevê que esses altos custos selecionam as empresas para o mercado de exportação, o que pode resultar no comércio zero entre alguns pares de países. O componente do custo fixo dita a probabilidade de comércio entre duas economias, elevando as barreiras de entrada nos mercados e afetando a margem extensiva nas exportações. Já os custos variáveis vão alterar a margem intensiva do comércio, ao reduzir a capacidade competitiva dos exportadores.

O aumento do rigor de um LMR já existente ou a restrição de um pesticida anteriormente regulamentado agrava a estrutura de custos dos fornecedores na medida em que devem diversificar o uso dos insumos agrícolas, as técnicas de produção ou mesmo impor investimento em novas técnicas produtivas a fim de atender às diferentes necessidades em diferentes mercados, proporcionando vantagens potenciais para empresas maiores, capazes de manter uma produção diferenciada em detrimento de empresas menores que podem ser menos adaptáveis. Sob certos sistemas regulatórios, os custos podem se estender além do necessário para atender as especificações técnicas para incluir custos de avaliação de conformidade - ou seja, comprovar às autoridades nos países de destino que as exportações atendem às especificações requeridas (Fiankor, Curzi e Olper, 2020b).

Embora as teorias clássicas não tenham considerado a percepção de qualidade de determinado produto como um determinante na demanda do consumidor, estudos recentes têm dado ênfase a essa variável ao considerar os aspectos que afetam o desempenho exportador dos países, de modo que mesmo que exista um aumento nos custos comerciais, maior é garantia de

acesso aos mercados de destino (Curzi *et al.*, 2020; Disdier, Gaigné e Herghelegiu, 2020; Fiankor, Curzi e Olper, 2020b; Traoré e Tamini, 2021). O desenvolvimento de uma demanda mais heterogênea, fragmentada e dinâmica nos mercados agroalimentares, tornou as estratégias de concorrência baseadas em preço menos atrativas, sendo substituídas pelas estratégias voltadas para o controle de qualidade em termos de conformidade regulatória (Jouanjean, 2012).

É possível que os consumidores estejam dispostos a pagar um “prêmio de qualidade” por bens que atendam às especificações cobertas pelos regulamentos. Assim, os custos de produção serão repassados para os produtos de maior qualidade (Curzi *et al.*, 2020). Entretanto, outra possibilidade ocorre na exclusão das exportações de produto baixa qualidade. Como resultado, os padrões podem limitar o escopo da qualidade como um atributo de diferenciação dos produtos, em vez disso, induz um aumento na competição de preços. Isso ocorrerá se o cumprimento obrigatório da norma pública induzir as empresas, que até a introdução do padrão estava produzindo sob “baixa qualidade”, melhorar a qualidade do produto. Neste caso, a diferença de qualidade entre as empresas sobreviventes reduz após a introdução do padrão. Isso causará um aumento na concorrência de preços, reduzindo os níveis de preços praticados. Esse mecanismo é consistente com o modelo teórico de Ronnen (1991).

2.3. Índices de Rigor

Os índices calculados nessa seção serão aplicados no modelo teórico descrito na seção 2.4 e seguem a formulação proposta por Xiong e Beghin (2017a), que medem o rigor dos regulamentos dos países em relação aos padrões internacionais do *Codex* (Equação 1). Além do índice original apresentado pelos autores, é utilizada uma formulação adaptada com a proposta de mensurar o rigor relativo dos LMR entre aos países investigados (Equação 2). Esse novo índice será utilizado tanto no cálculo da qualidade, como nos custos e é uma contribuição desse trabalho, que se diferencia por aplicar um indicador que expressa a dimensão da diferença dos LMR entre os países e um outro que expressa a dimensão da diferença do exportador em relação à referência internacional. Essa última proposta é coerente com a ideia dos trabalhos apresentados no Quadro 1 de que a harmonização com os padrões do *Codex* pode aumentar a confiança por parte do mercado importador quanto às questões de segurança do alimento e a percepção de qualidade. Ambos podem ser analisados em termos de matéria regulada, uma vez que os LMR estabelecidos pelo *Codex* servem para balizar o nível de rigor dos países que comercializam bilateralmente.

A mesma estratégia metodológica de alterar o *Codex* pelo país importador é utilizada por Hejazi, Grant e Peterson (2018) e Fiankor, Curzi e Olper (2020b).

$$LMR_{Codexipat} = \frac{1}{N_{(p)}} \sum_{n(p)=1}^{N(p)} \exp\left(\frac{LMR_{Codexpat} - LMR_{ipat}}{LMR_{Codexpat}}\right) \quad (1)$$

$$LMR_{ijpat} = \frac{1}{N_{(p)}} \sum_{n(p)=1}^{N(p)} \exp\left(\frac{LMR_{jpat} - LMR_{ipat}}{LMR_{jpat}}\right) \quad (2)$$

Para a equação (1), LMR_{Codex} e LMR_{ipat} representam os limites máximos de resíduos variáveis no tempo para o produto p , considerando o pesticida a e aplicados pelo *Codex* e pelo país exportador i , respectivamente; e $N_{(p)}$ é o número total de pesticidas aplicáveis ao produto p . O valor do índice expresso na equação (1) varia no intervalo de $[0, 2,718]$. O índice recebe valor 1 quando o exportador adota os mesmos padrões estabelecidos pelo *Codex* ($LMR_{Codex} = LMR_{ipat}$), valores menores que a unidade quando o LMR do *Codex* é mais rigoroso que o do exportador ($LMR_{Codex} < LMR_{ipat}$); e valores acima de 1 quando o exportador adota regulamentações de LMR mais rígidas que as do *Codex*, de modo que os valores mais próximos a 2,718 expressam alto rigor nos padrões regulatórios ($LMR_{Codex} > LMR_{ipat}$).

De modo análogo, na equação (2) as variáveis LMR_{jpat} e LMR_{ipat} são os limites máximos de resíduos do importador e exportador, respectivamente, para o produto p no tempo t . Se $LMR_{jpat} < LMR_{ipat}$, significa que o LMR do importador é mais rigoroso que do exportador, sendo caracterizados pelo índice por valores menores que 1. Quanto mais próximo de zero, mais rigoroso é o importador e isso pode refletir maior dificuldade do exportador em acessar esse mercado. Esse apontamento é importante para o entendimento do efeito dos LMR nas equações gravitacionais.

Outra contribuição desse estudo está em considerar um subconjunto de pesticidas para o cálculo dos índices. Ao que se sabe, nenhuma outra investigação considerou os principais pesticidas utilizados em culturas selecionadas. Essa limitação é expressa nas análises de Rau et al (2010) e Burnquist et al (2011), que atribuíram peso 1 a todos os pesticidas da amostra, não indicando aqueles mais importantes para a produção. Outros trabalhos selecionaram apenas um defensivo químico para realizar análises, a exemplo de Otsuki, Wilson e Sewadeh (2001) e

Wilson e Otsuki (2004) que estimaram os efeitos das diferentes regulamentações associadas ao clorpirifos. Para as culturas de milho e soja, os pesticidas mais utilizados no mundo nas referidas safras são divulgadas pelo USITC (2020) e é descrita na Tabela 18.

Tabela 18: Principais pesticidas empregados nas culturas de soja e milho.

Soja	<i>Chlorothalonil</i> Fungicida	<i>Chlorpyrifos</i> Inseticida	<i>Glyphosate</i> Herbicida	<i>Mancozeb</i> Fungicida	<i>Paraquat</i> Herbicida	<i>Glufosinato</i> Herbicida
Milho	<i>Glufosinate-Ammonium</i> Herbicida	<i>Glyphosate</i> Herbicida	<i>Malathion</i> Inseticida	<i>Propiconazole</i> Fungicida		

Fonte: Elaboração própria com base no U.S. ITC (2020).

Os países são bastante heterogêneos nos produtos e pesticidas que regulam, o que implica na ausência de muitos LMR para determinadas combinações pesticida-cultura. Seguindo uma abordagem comum na literatura, será adotado o valor de 1 ppm para os pesticidas não registrados pela UE (*Regulation* CE 396/2005) e Argentina (*Resolución* 934-2010), conforme indicado pelas respectivas leis (European Commission, 2005; SENASA, 2010). Para o Brasil, os valores ausentes são preenchidos pelos LMR definidos do *Codex* (Fiankor, Curzi e Olper, 2020b). Esse procedimento é coerente com a legislação interna de cada país/bloco, que postula diferentes *defaults* a serem adotados quando os pesticidas não são regulamentados. Os dados de LMR empregados nos índices variam no período de 2010 a 2018 e são obtidos da plataforma Homologa Agrobases, que obtém suas informações diretamente do ministério pertinente de cada país e as padronizam em termos de idioma, unidade e formato.

Por um lado, quando a regulamentação do exportador é mais rigorosa que a do seu parceiro, os fluxos de comércio sofrem menos interrupções e espera-se um aumento na demanda de importação de produtos com origem nesse mercado, sugerindo que os consumidores valorizam a sanidade do alimento e buscam reduzir a exposição aos resíduos de pesticidas através do consumo de alimentos sujeitos a um “prêmio de qualidade”. Por outro lado, quando o maior rigor dos LMR ocorre pelo importador, podem ocorrer custos adicionais aos produtos estrangeiros. Esse obstáculo adicional pode ser significativo ou trivial em termos de impedir o comércio e depende das similaridades entre os regulamentos definidos domesticamente e pelo importador e do mercado investigado (Xiong e Beghin, 2017a).

2.4. Abordagem do modelo

A estrutura teórica desse estudo é pautada em Xiong e Beghin (2017a), que permite analisar, separadamente, as implicações das divergências no rigor dos LMR sobre a demanda de importação e a oferta de exportação. Porém, serão introduzidas novas especificações para as

equações de custo e qualidade.

A demanda de importação resulta da condição de maximização da utilidade do consumidor representativo, cujas preferências são caracterizadas pela função CES (Equação 3a), sujeito à restrição orçamentária (3b):

$$\max_{Q_{pij}^d} U_j = \left[\sum_p \sum_i (\delta_{pjt} Q_{pij}^d)^{(\sigma-1)/\sigma} \right]^{\sigma/(\sigma-1)} \quad (3a)$$

$$s. a. \sum_p \sum_i P_{pij} Q_{pij}^d = Y_{jt} \quad (3b)$$

δ_{pjt} caracteriza a qualidade percebida pelo consumidor representativo do país j sobre o bem p no ano t ; Q_{pij}^d é a quantidade demandada pelo consumidor representativo de j pelo produto p produzido pelo país i no ano t ; σ é a elasticidade de substituição; P_{pij} o preço dos bens p oriundos do país i e vendidos no país j no ano t ; e Y_{jt} a renda do país j no ano t .

A solução de (3a), sujeita a (3b) resulta na demanda de importação do país j (em US\$) por bens p produzidos pelo país i :

$$V_{pij}^d = P_{pij} Q_{pij}^d = \frac{\delta_{pjt}^{\sigma-1} P_{pij}^{1-\sigma}}{\Pi_{jt} Y_{jt}} \quad (4)$$

$\Pi_j = \sum_p \sum_i \delta_{pjt}^{\sigma-1} P_{pij}^{1-\sigma}$ representa o índice de preços do consumidor no país j . Para $\sigma > 1$ a demanda está positivamente relacionada à renda de importação do país j e à percepção de qualidade, e negativamente relacionada ao preço do bem p .

Xiong e Beghin (2017a) parametrizaram a qualidade como:

$$\delta_{pjt} = \delta_{pt0} \exp(\beta LMR_{sj}) \quad (5)$$

em que δ_{pt0} corresponde à percepção de qualidade do consumidor para bens p na ausência de regulamentos de LMR no ano t ; LMR_{sj} ³⁵ é o índice de rigor dos LMR para o produto do setor

³⁵ $LMR_{jk} = \frac{1}{N_{(k)}} \sum_{n_{(k)}=1}^{N_{(k)}} \exp\left(\frac{LMR_{Codex, kn_{(k)}} - LMR_{jkn_{(k)}}}{LMR_{Codex, kn_{(k)}}}\right)$ onde $LMR_{jkn_{(k)}}$ é o LMR adotado pelo país j , para o produto k , e visando o pesticida $n_{(k)}$; $LMR_{Codex, kn_{(k)}}$ é o LMR recomendado pelo Codex para a mesma combinação de produto e pesticida; e $N_{(k)}$ é o número total de pesticidas aplicáveis ao produto k . Quanto mais rígida a regulamentação de LMR de um país em relação ao Codex, maior será o índice para essa combinação país-produto. Além disso, o índice de rigor se reduz a um se um país aderir totalmente ao Codex.

s no país j . Quanto maiores os valores do índice LMR_{sj} , mais rigoroso é o país j , ou seja, menor o nível de tolerância de resíduos; β é o parâmetro a ser estimado e sua magnitude indica o grau em que os LMR afetam a demanda de importação.

A oferta de exportação é obtida pela maximização da renda do produtor representativo de p em cada país sujeito à sua capacidade de produção, representada por Q_{pit} . A tecnologia de produção é fornecida pela função *Constant Elasticity of Transformation* (CET), que permite substituições nos produtos fornecidos para diferentes destinos de modo a atender às especificidades de cada mercado, caracterizando os bens como substitutos imperfeitos. O produtor representativo deve definir quais mercados serão segmentados e o quanto vender para cada destino. Sendo Ω_{pit} o conjunto dos países importadores para o produtor representativo de p do país i no ano t , o seu problema de maximização é dado por:

$$\max\{Q_{pijt}^s\}_{j \in \Omega_{pit}} = \sum_{j \in \Omega_{pi}} P_{pijt} Q_{pijt}^s \quad (6a)$$

$$s. a. \left[\sum_i (\tau_{pijt} Q_{pijt}^s)^{(\eta-1)/\eta} \right]^{\eta/(\eta-1)} = Q_{pit} \quad (6b)$$

Q_{pijt}^s representa a quantidade de bens p fornecidos do país i para o país j no ano t ; P_{pijt} é o preço dos produtos p vendidos no país j pelo país i no ano t ; $\eta < 0$ a elasticidade de transformação, de forma que quanto maior o valor de η em termos absolutos, tanto maior a facilidade de transformar um produto em outro; τ_{pijt} é o termo que representa os custos envolvidos no comércio do bem entre os países.

A solução da maximização de (6a) sujeita à restrição orçamentária de (6b) resulta na função de oferta do produto p do país exportador i para o importador j , no ano t (em US\$):

$$V_{pijt}^s = P_{pijt} Q_{pijt}^s = \frac{Q_{pit} \tau_{pijt}^{\eta-1}}{\Psi_{pit} P_{pijt}^{\eta-1}} \quad (7)$$

$\Psi_{pit} = \left[\sum_{j \in \Omega_{pit}} (\tau_{pijt}^{\eta-1} P_{pijt}^{\eta-1}) \right]^{\eta/(\eta-1)}$ representa o índice de preços do produtor de p no país i no ano t , condicionado ao custo de exportação para todos os destinos possíveis. A parametrização dos custos de comércio é descrita pela Equação (8):

$$\tau_{pijt} = (1 + Tar_{pijt})(1 + Dist_{ij})^{b_d} \exp(-b_p Lang_{ij}) \exp(-b_b Bord_{ij}) \exp(-b_c Col_{ij}) \exp(-b_r Relig_{ij}) \exp(\gamma \max\{LMR_{sj} - LMR_{si}, 0\}) \quad (8)$$

sendo Tar_{sij} a tarifa imposta pelo país j ao país i para o produto p no ano t ; $Dist_{ij}$ a distância geográfica entre os países i e j ; $Lang_{ij}$, $Bord_{ij}$, Col_{ij} e $Relig_{ij}$ são variáveis binárias que recebem o valor 1 se os países i e j apresentam o mesmo idioma, são fronteiriços, apresentam relação colonial, detêm a mesma religião predominante, respectivamente, e 0 caso contrário; $(LMR_{sj} - LMR_{si})$ é a diferença dos índices de LMR entre parceiros comerciais e capta os custos comerciais de conformidade que ocorrem quando os exportadores de países com regulamentação frouxa ou inexistente para determinado pesticida ($LMR_{sj} > LMR_{si}$)³⁶. Se os exportadores forem sujeitos a LMR mais rígidos em seus mercados domésticos ($LMR_{sj} \leq LMR_{si}$), maior a sua capacidade de cumprir a regulamentação a um custo insignificante ou baixo. Como um subproduto, a caracterização do custo de comércio de LMR naturalmente acomoda a harmonização de padrões entre países, de forma que não há custo adicional de comércio se ambos os parceiros comerciais adotarem padrões internacionais ou regionais. Em síntese, no cômputo dos custos, é considerado apenas o caso em que $LMR_{sj} < LMR_{si}$, nos demais cenários é atribuído o valor zero, destacando que a medida de LMR não impõe um custo ao exportador para determinada combinação pesticida-produto.

O equilíbrio entre a demanda de importação e a oferta de exportação do produto p entre os países i e j no ano t é obtido ao igualar as Equações (4) e (7). Os resultados fornecem o preço (P_{pijt}) e o valor comercial (V_{pijt}) de equilíbrio:

$$P_{pijt} = \left(\frac{Y_{jt}}{\Pi_{jt}} \right)^{1/(\sigma-\eta)} \left(\frac{\Psi_{pit}}{Q_{pit}} \right)^{1/(\sigma-\eta)} (\delta_{pjt})^{(\sigma-1)/(\sigma-\eta)} (\tau_{pijt})^{(1-\eta)/(\sigma-\eta)} \quad (9a)$$

$$V_{pijt} = \left(\frac{Y_{jt}}{\Pi_{jt}} \right)^{(1-\eta)/(\sigma-\eta)} \left(\frac{Q_{pit}}{\Psi_{pit}} \right)^{(\sigma-1)/(\sigma-\eta)} \left(\frac{\delta_{pjt}}{\tau_{pijt}} \right)^{[(\sigma-1)(1-\eta)]/(\sigma-\eta)} \quad (9b)$$

Substituindo (5) e (8) em (9b) e assumindo a transformação logarítmica, obtém-se a equação dos valores comerciais bilaterais em equilíbrio:

³⁶ É importante deixar claro que essa comparação é entre os índices, que comparam o rigor de dois países com o *Codex*. Nesse caso, não está sendo comparado o valor do LMR para a combinação pesticida/cultura entre o exportador e o importador.

$$\begin{aligned}
\ln(V_{pijt}) = & \varphi \ln Y_{jt} - \varphi \ln \Pi_{jt} + (1 - \varphi) \ln Q_{pit} - (1 - \varphi) \ln \Psi_{sit} \\
& - \theta \ln(1 + Tar_{pijt}) - \theta b_d \ln(1 \\
& + Dist_{ij}) + \theta b_p Lang_{ij} + \theta b_b Bord_{ij} + \theta b_c Col_{ij} \\
& + \theta b_r Relig_{ij} - \theta \gamma \max\{LMR_{sj} - LMR_{si}, 0\} + \theta \beta LMR_{sj}
\end{aligned} \tag{10}$$

onde $\varphi = (1 - \eta)/(\sigma - \eta)$ e $\theta = [(\sigma - 1)(1 - \eta)]/(\sigma - \eta)$.

A Equação (10) descreve um modelo de equação gravitacional generalizado, na qual os efeitos da demanda (representado por $\theta \beta LMR_{sj}$) e do custo comercial (representado por $-\theta \gamma \{LMR_{sj} - LMR_{si}, 0\}$), condicionados aos LMR, são identificados separadamente. Se o país importador j impõe um regulamento mais rigoroso, o efeito é verificado tanto na oferta, como na demanda. O modelo é especificado de forma que uma medida regulatória mais rígida aumenta a demanda de importação associada à melhoria na percepção de qualidade, na forma de sanidade do produto. Contudo, o LMR mais estrito geralmente implica em custos adicionais ao exportador quando existe necessidade de adequar seu produto ou processo para atender a requisitos mais rigorosos.

Diferente de Xiong e Beghin (2017a), o presente trabalho considerou diferentes estruturas para captar os efeitos dos LMR nos custos e na qualidade. Na caracterização dos custos, o rigor do importador foi comparado em relação ao do exportador, e não a diferença do rigor de ambos em relação ao *Codex* como disposto na Equação (2)³⁷. A nova especificação do custo parte da premissa que o fornecedor dos produtos agrícolas deve buscar conformidade com o parceiro comercial e só seria apropriado comparar às normas internacionais se o importador harmonizasse seus regulamentos com os do *Codex*.

Usando os componentes dos índices apresentados nas Equações (1) e (2), é considerado que os exportadores vão arcar com custos de adequação apenas se $LMR_{jpat} < LMR_{ipat}$, ou seja, se o limite definido pelo importador for mais rigoroso que o estabelecido domesticamente pelo exportador. Se $LMR_{jpat} > LMR_{ipat}$, o produtor não arca com custos comerciais, pois seus regulamentos são iguais ou mais rigorosos que os do importador. De modo a considerar apenas a diferença regulatória para os pesticidas que pode, de fato, gerar custos de ajuste por parte do exportador para adequar-se à exigência do parceiro comercial, o índice para

³⁷ Optou-se por usar a Equação 2 ao invés da 1 porque as normas mais rigorosas dos importadores não serão necessariamente restritivas se o exportador adota um LMR mais rigoroso que o nível estabelecido pelo *Codex*.

caracterizar o componente da “oferta de exportação” na Equação 10 é representado por um subconjunto dos LMR investigados, cuja diferença regulatória implica que o importador é mais rigoroso que o exportador. Reescrevendo a equação de custos, tem-se:

$$\tau_{pijt} = (1 + Tar_{pijt})(1 + Dist_{ij})^{b_d} \exp(-b_p Lang_{ij}) \exp(-b_b Bord_{ij}) \exp(-b_c Col_{ij}) \exp(-b_r Relig_{ij}) \exp(\gamma LMR_{ijpat,custo}) \quad (11)$$

Para a caracterização da qualidade (Equação 12), são utilizadas as Equações (1 e 2), pois permitem identificar a percepção de qualidade do importador quando o fornecedor é mais ou menos rigoroso que (i) os padrões internacionais e (ii) os padrões domésticos (no caso, do importador). Xiong e Beghin (2017a) consideram apenas o primeiro efeito. De fato, estar em conformidade com os padrões internacionais pode ser uma forma de o exportador sinalizar questões de segurança do alimento ao importador, mas se o padrão do mercado de importação impõe padrões mais estritos, estar em conformidade com o *Codex* apenas, pode não ser suficiente para atender aos atributos de qualidade. Nesse caso, Li e Beghin (2012) sugerem que os desvios sistemáticos dos padrões internacionais são uma indicação de rigor excessivo pelo ponto de vista da OMC.

$$\delta_{pjt} = \delta_{pt0} \exp [\beta_1 LMR_{Codex,ipat} + \beta_2 LMR_{ijpat,qualidade}] \quad (12)$$

De tal modo, a especificação teórica é definida como:

$$\begin{aligned} \ln(V_{pijt}) = & \varphi \ln Y_{jt} - \varphi \ln \Pi_{jt} + (1 - \varphi) \ln Q_{pit} - (1 - \varphi) \ln \Psi_{sit} \\ & - \theta \ln(1 + Tar_{pijt}) \\ & - \theta b_d \ln(1 + Dist_{ij}) + \theta b_p Lang_{ij} + \theta b_b Bord_{ij} + \theta b_c Col_{ij} \\ & + \theta b_r Relig_{ij} - \theta \gamma LMR_{ijpat,custo} + \theta (\beta_1 LMR_{ijpat,qualidade} \\ & + \beta_2 LMR_{Codex,ipat}) \end{aligned} \quad (13)$$

A diferença substancial entre o deslocador da demanda $LMR_{ijpat,qualidade}$ e da oferta $LMR_{ijpat,custo}$, ambos considerando os efeitos da regulamentação LMR sob a perspectiva do importador, é que a primeira variável considera todos os pesticidas da Tabela 18, independente se o importador é mais ou menos rigoroso que o exportador para determinada combinação pesticida/cultura. O segundo índice considera o rigor relativo entre os países i e j mas contabiliza apenas os pesticidas para os quais o importador é mais rigoroso que o exportador,

sugerindo que, neste caso, o fornecedor deverá ajustar sua produção para acomodar as exigências regulatórias do importador.

O modelo de Xiong e Beghin (2017a) foi o primeiro a estimar, explicitamente, os efeitos dos LMR sobre a demanda de importação e a oferta dos exportadores estrangeiros separadamente. Porém, os autores definem a qualidade e os custos apenas em função dos regulamentos do *Codex* (Equação 5), o que pode representar um problema na caracterização da percepção de qualidade e na real caracterização dos custos de conformidade. A não consideração das diferenças entre os LMR do exportador em relação ao mercado de destino pode amenizar o efeito heterogeneidade regulatória.

3. Metodologia

O modelo conceitual apresentado na Equação (15) fornece a base para a especificação empírica. Anderson e van Wincoop (2003) consideram a inclusão dos termos de resistência multilateral na expressão dos índices de preços do país importador e exportador. Feenstra (2004) sugere que o uso de efeitos fixos direcionais em uma estrutura de dados em painel, controlam totalmente os efeitos desses índices. Olivero e Yotov (2012) aprimoram essa possibilidade ao considerar a inclusão de tendências temporais nos efeitos fixos direcionais, resultando nos efeitos fixos importador no tempo e exportador no tempo, que absorvem os efeitos renda e a capacidade de produção e quaisquer outras variáveis que variam no ano do importador e exportador. Teoricamente, esse artifício empírico foi essencial para fundamentar o modelo de gravidade estrutural (Anderson e Yotov, 2010), pois além de controlar as resistências multilaterais, os efeitos fixos também absorvem a produção e os gastos nacionais. Essa dinâmica teórica é detalhada em Fally (2015), Anderson, Larch e Yotov (Anderson, Larch e Yotov, 2020) e Heid, Larch e Yotov (2017).

Baier e Bergstrand (2007) recomendam acrescentar ao conjunto de controles variantes no tempo, efeitos fixos para pares de países. Além de representarem melhor as medidas de custos de comércio bilateral do que as variáveis de gravidade padrão e invariantes no tempo, como distância, relação colonial, idioma comum, é uma alternativa para controlar a endogeneidade entre os padrões agroalimentares com os fluxos de comércio. Portanto, em princípio, o modelo só pode identificar o efeito de variáveis que são pares de países e variam ao longo do tempo. Estrutura similar é observada em Fiankor et al (2020b).

As estimativas do modelo gravitacional podem sofrer viés pela não consideração da inconsistência do tempo da política comercial, uma vez que a decisão de uma política pode não ser refletida no comércio internacional imediatamente (Piermartini e Yotov, 2016). Por essa razão, as variáveis dependentes e independentes não se ajustam perfeitamente dentro de um único ano, podendo descrever um problema quando se utilizam estimadores de efeito fixos sobre dados agrupados ao longo de anos consecutivos. Para resolver esse impasse, Cheng e Wall (2005), Piermartini e Yotov (2016) e Larch et al (2019) recomendam estimações com intervalos de tempo para que ocorra o ajuste dos fluxos de comércio às políticas comerciais ou outras mudanças que interferem nos custos bilaterais. O banco de dados LMR foram disponíveis para cada dois anos, mas esses autores já recomendam espaçamento e essa limitação não parece um problema.

Para acomodar fluxos de comércio zero, Santos Silva e Tenreyro (2006) propõem um tratamento adequado para contornar o problema de viés de seleção, uma vez que o estimador MQO elimina os fluxos nulos da amostra, sugerindo estimar o modelo na forma multiplicativa, a partir do estimador linear de *Poisson Pseudo-Máxima Verossimilhança* (PPML). Além de considerar as informações contidas nos fluxos nulos de comércio e nos casos de erros de medidas, por exemplo, erros de arredondamento, o PPML controla diferentes padrões de heterocedasticidade presente nos fluxos comerciais, resultando em estimativas consistentes e robustas.

Consistente com as recomendações da literatura, a especificação econométrica para estimar os fluxos comerciais dos países representantes do Mercosul para a UE, é apresentada na Equação (14). Os valores comerciais unilaterais incluem como exportadores Argentina e Brasil ($i = Argentina, Brasil$), responsáveis por cerca de 90%³⁸ das exportações das commodities do bloco, os 27 países membros da UE ($j = UE27$) representam os importadores. O período analisado é $t = 2010, 2012, 2014, 2016$ e 2018 e um conjunto de produtos desagregados a seis dígitos, de acordo com o Sistema Harmonizado, caracterizam os fluxos de milho e soja³⁹

$$X_{ijt}^p = c + \alpha_{ij} + \alpha_{it} + \alpha_{jt} + \alpha_p + \beta_1 LMR_{Codex, ipat} + \beta_2 LMR_{jipat, qualidade} + \beta_3 LMR_{jipat, custo} + \varepsilon_{ijt}^p \quad (14)$$

³⁸ Paraguai exporta 8,54% e Uruguai 1,88% das commodities em relação aos demais países do Mercosul, para UE.

³⁹ Os produtos utilizados são caracterizados por $p = 120100, 120110, 120190, 150710, 150790, 230400, 100510, 100590, 110220, 110313, 110423, 110812, 151521, 151529, 190410, 190420, 230210$.

No lado da oferta, os custos comerciais bilaterais são representados pela diferença nos níveis de LMR entre os países que gera custos ao exportador ($\ln LMR_{ijpat}, \emptyset$). No lado da demanda, a qualidade do produto é expressa pelos índices $\ln LMR_{ijpat}$ e $\ln LMR_{Codex,ipat}$. A variável dependente é definida como: (i) a probabilidade de exportação (ii) o valor das importações do produto p pelo país i com origem no país j no ano t ; e (iii) o preço unitário. Os termos de resistência multilateral são representados pelos efeitos fixos para par de países (α_{ij}), exportador no tempo (α_{it}), importador no tempo (α_{jt}) e produto (α_p), c e ε_{ijt}^p são, respectivamente, a constante e o termo de erro.

Para capturar a probabilidade de o país j importar de um determinado mercado de origem do produto, é atribuída uma *dummy* de participação na exportação igual a 1 se o país j importar um valor positivo do produto p da origem i no ano t (e 0 caso contrário). Para a estimação é utilizado o método de probabilidade linear simples por meio do estimador de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). Apesar de sua natureza dicotômica, os modelos de probabilidade não lineares probit ou logit não são recomendados para evitar parâmetros incidentais devido ao número significativo de efeitos fixos. Além disso, os modelos de probabilidade linear fornecem estimativas do efeito marginal médio da amostra (Beenstock e Felsenstein, 2019; Fiankor, Curzi e Olper, 2020b).

Para a variável dependente (ii) as estimativas são obtidas pelo estimador PPML, que é o mais recomendado no contexto das equações gravitacionais. A presença de fluxos nulos nas variáveis dependentes e a heterogeneidade dos padrões de negociação podem resultar em estimativas tendenciosas quando obtidas por MQO. Assim, o método PPML foi utilizado para lidar com essas limitações e obter estimativas consistentes e não viesadas (SANTOS SILVA; TENREYRO, 2006). Para obter as estimativas do modelo (iii) foi utilizado o estimador MQO com a inclusão de efeitos fixos para pares de países, importador-ano e exportador-ano, seguindo a literatura conforme verificado em Fiankor, Curzi e Olper (2020b). Para verificar a especificação do modelo PPML, é aplicado o teste RESET, cuja hipótese nula é de que o modelo está corretamente especificado.

Os dados de comércio, em US\$ e em toneladas, são obtidas do UN COMTRADE por meio do *World Trade Integrated Solutions* (WITS). As estatísticas descritivas dos dados estão no Apêndice.

4. Resultados

4.1. Efeitos dos padrões sobre a probabilidade, o fluxo de comércio e os preços unitários

Antes de apresentar os resultados, três questionamentos deverão ser respondidos pelas estimações: (i) Qual é a probabilidade de ocorrer comércio quando os países apresentam diferentes regulamentos LMR? (ii) Qual o efeito líquido dos diferentes níveis de rigor nos regulamentos de LMR nos fluxos comerciais? (iii) Qual o efeito sobre os preços? Os parâmetros estimados são apresentados na Tabela 19.

Tabela 19: Coeficientes estimados para importações de soja e milho pela UE.

Variáveis	$\Pr(X_{ijt}^p) > 0$	PPML (X_{ijt}^p)	MQO ($\ln P_{ijt}^p$)
$LMR_{Codex,ipat}$	0.085** (0.036)	2.112** (0.977)	0.075 (0.260)
$LMR_{ijpat,qualidade}$	-0.002 (0.055)	-0.669 (0.687)	0.741** (0.353)
$LMR_{ijpat,custo}$	-0.067*** (0.017)	-1.300*** (0.216)	-0.014 (0.134)
constante	0.954*** (0.088)	10.706*** (1.466)	-8.809*** (0.469)
N	4200	3380	801
R ²	0.600	0.748	0.728
EF	Sim ^a	Sim ^a	Sim ^a
Reset	-	0.209	-

H₀: o efeito líquido dos LMR do importador é nulo

H₀: $\beta_1 + \beta_2 + \beta_3 = 0$

P-valor

0.887

H₀: o efeito líquido dos LMR do importador é nulo

H₀: $\beta_1 + \beta_3 = 0$

P-valor

0.185

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa.

Os valores entre parênteses referem-se aos erros-padrão robustos em cluster por par de países⁴⁰.

* p<0.10. ** p<0.05. *** p<0.01. ^a EF de importador-tempo, exportador-tempo, par de países e produto.

O primeiro modelo mostra que quando o exportador apresenta LMR mais rigorosos que os definidos pelo *Codex* ($LMR_{Codex,ipat}$), maior a probabilidade de comércio. Quantitativamente, o aumento de 0,1 unidade a partir da média do índice, que demonstra aumento do nível de exigência dos exportadores em relação ao *Codex*, resulta um aumento de 0,85% na probabilidade de os países europeus importarem grãos do Mercosul, de tal modo que o enrijecimento nos padrões agroalimentares nos países de origem das exportações pode elevar a percepção de qualidade do importador quanto a concentração de pesticidas, e aumentar as chances de ocorrer o comércio. Isso ocorre porque os importadores, no geral, consideram que se o LMR do mercado de exportação for mais brando que os do *Codex*, menor a segurança

⁴⁰ Esse mecanismo é recomendado por Bobková (2014) e Fiankor, Curzi e Olper (2020b) para controlar a heterocedasticidade.

associada ao uso de pesticidas atribuída aos produtos desse mercado.

De forma contrária, o aumento nas pontuações de rigor entre os exportadores e importadores, que necessariamente impõem custos de conformidade ao exportador ($LMR_{ijpat,custo}$) reduz a probabilidade de comércio. De forma quantitativa, o aumento de 1% no rigor dos países europeus para um conjunto de pesticidas, nomeadamente aqueles cuja adequação regulatória gera custos de conformidade ao exportador, resultaria, em média, um decréscimo de 0,07% na probabilidade de comércio. Esse resultado é esperado e corrobora o argumento teórico de que o aumento dos custos pode afetar a capacidade de os exportadores atenderem determinados mercados.

Outrossim, as estimativas também sugerem que se os exportadores que arcam com os custos de adequação ao uso dos pesticidas, elevam suas chances de manter as negociações com o importador. Mesmo resultado é observado em Traoré e Tamini (2021) ao analisarem a probabilidade de comércio condicionada aos diferentes LMR no comércio de manga dos mercados africanos para os países da OCDE.

O alto rigor do importador em relação ao exportador ($LMR_{ijpat,qualidade}$), não afeta a probabilidade de comércio, resultado coerente com as conclusões de Burnquist et al (2011) e Winchester et al (2012), ao afirmarem que o comércio só é afetado pelas regulamentações em que os importadores são mais exigentes que os exportadores, ou seja, apenas quando os custos ao importador são gerados, pois podem reduzir sua competitividade.

Os parâmetros do segundo modelo apontam que as assimetrias regulatórias que afetam a demanda $LMR_{Codex,ipat}$ e a oferta $LMR_{ijpat,custo}$ são significativas e expressam efeitos sobre os fluxos de comércio, mas a variável que representa o fortalecimento de padrões de qualidade nos países importadores $LMR_{ijpat,qualidade}$ não afetam os fluxos comerciais, o que pode ser explicado pelas conclusões de Burnquist et al (2011) e Winchester et al (2012).

Em um primeiro momento, observa-se que a conformidade regulatória dos países do Mercosul em relação às referências internacionais do *Codex* tem um efeito positivo sobre as exportações da soja e do milho para a UE. O resultado sugere que se os padrões do exportador são igualmente ou mais rigorosos que os padrões internacionais, há uma melhoria na percepção de qualidade do importador (coeficiente de $LMR_{Codex,ipat}$), o que pode justificar os ganhos de comércio por parte dos mercados exportadores. O aumento de 0,1 unidade no rigor dos exportadores em relação ao *Codex*, a partir da média do índice, gera um aumento no fluxo de comércio em 2,112 (1.000 US\$).

Este resultado é consistente com a hipótese apresentada anteriormente; que o efeito de

sinalização da regulamentação estrita de segurança alimentar do país de origem pode levar ao aumento das exportações. Portanto, fornece aos formuladores de políticas insights sobre como as rígidas regulamentações do país de origem podem ser consideradas um catalisador para aumentar a competitividade nos mercados internacionais (Seok et al., 2018).

Xiong e Beghin (2017b) substanciam esse raciocínio, alegando que países mais rigorosos parecem ser mais competitivos em relação aos níveis de tolerância de resíduos de pesticidas e, portanto, seus fluxos de comércio tendem a sofrer menos interrupções. Todavia, como o presente estudo é pautado em um subconjunto de pesticidas, particularmente aqueles de maior peso no controle de pragas e doenças dos grãos em análise, o resultado do parâmetro $LMR_{ijpat,custo}$ sugere que o estreitamento de pesticidas para atender aos custos de padrões específicos do importador podem afetar a propensão em produzir para determinados mercados e o volume dos fluxos de comércio para o mesmo. Em termos quantitativos, o aumento de 0,1 no rigor do importador (a partir da média do índice), para pesticidas que já são mais estritos em termos de regulação, reduzira o comércio em 1.300 (1.000 US\$). A proibição de importantes insumos químicos no país importador induz o exportador a buscar por alternativas que podem ser mais caras e que auferem menor rendimento em termos de controle fitossanitário. No entanto, na possibilidade de os pesticidas alternativos manterem os rendimentos, pode ocorrer criação de comércio, ou seja, os fluxos comerciais podem aumentar.

O efeito líquido⁴¹ obtido pela soma dos parâmetros das variáveis é nulo, visto que o teste estatístico aceita a hipótese de que $\beta_1 + \beta_2 + \beta_3 = 0$, bem como $\beta_1 + \beta_3 = 0$ ⁴². Em termos econômicos essa estimativa pode indicar que os custos de cumprimento do LMR são iguais aos preços pagos pelo importador, ou seja, o produtor consegue repassar os ajustes dos padrões de qualidade ao mercado de importação. Essa justificativa é apresentada em Traoré e Tamini (2021) e é fácil de ser entendida ao considerar que os produtos analisados são *commodities*, e portanto são comercializados sob um padrão pré-determinado, de modo que os atributos adicionais que diferenciam o produto podem estar associados aos preços mais elevados. Se o exportador não fosse remunerado por um “preço prêmio” que cobrisse os custos que diferencia o produto para determinado mercado, poderia ocorrer o direcionamento das exportações para outros menos exigentes. De acordo com Neumann et al. (2021), no caso do comércio de grãos especialmente, embora a China seja o maior mercado importador de soja e milho do Mercosul, o preço pago pela UE é mais alto e isso pode ocorrer pela exigência de

⁴¹ A proposta teórica do efeito líquido é apresentada no Anexo.

⁴² Esse procedimento é o mesmo utilizado em Xiong e Beghin (2017a) e Traoré e Tamini (2021).

envio de produtos sob regulamentação LMR.

Resultado diferente é obtido por Xiong e Beghin (2017a) e Traoré e Tamini (2021). Os primeiros autores verificaram que o efeito líquido dos LMR é positivo nas importações de produtos vegetais por membros da OCDE de alta renda, o que invalida a inferência convencional de que uma segurança alimentar rigorosa impedirá o comércio. O efeito observado é o oposto, já que o aumento da percepção de qualidade por parte do importador eleva a demanda pelo produto sob regulamentação, cobrindo os custos ao produtor e sugerindo que o preço recebido será maior pelo produto que atende aos padrões agroalimentares. Essa conclusão sustenta a hipótese que os países de maior renda têm maior consciência sobre saúde, sanidade e sustentabilidade e pagam a mais por produtos que cumpram esses requisitos (Li e Beghin, 2014). De forma similar, Traoré e Tamini (2021) descobriram que o efeito líquido dos LMR é positivo para o comércio de manga dos países africanos em conformidade com o padrão dos países membros da OCDE, corroborando Xiong e Beghin (2017a) e Li e Beghin (2014). Segundo os autores, os resultados destacam que a imposição de LMR estritos para pesticidas em países desenvolvidos pode promover o comércio, mas ao mesmo tempo impede severamente a produção nos países africanos.

Em ambos os casos, os resultados positivos podem estar associados ao tipo de produto analisado. É possível que os produtos agrícolas ofertados nas redes de varejo e de supermercado e consumidos de forma pouco ou não processada, como frutas e vegetais, tenham padrões alimentares ainda mais restritos pela percepção do consumidor sobre os riscos associados ao consumo de produtos com resíduos de pesticidas. Isso pode explicar o aumento dos padrões privados como uma forma de melhorar a percepção do consumidor quanto à segurança do produto. Segundo Fiankor, Martinez-Zarzozo e Brümmer (2019) a competição pela qualidade fornece incentivo adicional para a adoção de padrões “elevados” e a adoção de padrões é um estratégia para melhorar a imagem corporativa, diferenciar os produtos e agregar valor (Liu, 2009).

As estimativas do último modelo reforçam os argumentos que justificam o efeito líquido ser estatisticamente igual a zero. O preço unitário é afetado de forma positiva pelo enrijecimento dos padrões de qualidade nos países exportadores, ou seja, os rígidos padrões agroalimentares elevam o preço de grãos quando o exportador é mais restritivo⁴³ ($LMR_{ijpat,qualidade}$), e essa pode ser uma forma de atribuir diferenciação dos produtos. Ao avaliarem os mercados de frutas, feijões e ervilhas, Neumann et al. (2021) demonstram que os

⁴³ Lembrando que quanto maior o índice, maior o nível de rigor do exportador em relação ao importador.

envios para a UE, dado o aumento do rigor do exportador em relação ao importador, tornam os produtos mais caros. De forma contrária, os produtos não regulamentados podem sofrer redução nos preços como resposta à falta de conformidade.

Em termos econômicos, o preço unitário resultante evidencia o resultado dos efeitos líquidos encontrados pelo PPML, de que os custos enfrentados pelo exportador são repassados para o produtor na forma de preço. Se o milho e a soja, na condição de *commodities*, comercializadas sob padrões alimentares de LMR, fossem ofertadas ao mesmo preço que o volume comercializado sem seguir o alto rigor sobre os resíduos de pesticidas, todos os mercados desejariam os produtos regulamentados. Para o importador, a diferenciação de preço é uma garantia que a *commodity* tenha um requisito de qualidade adicional. Além disso, a combinação dos resultados indica que a mudança nos preços afeta os volumes importados.

Xiong e Beghin (2017a) enfatizam que alguns mercados de importação valorizam a segurança alimentar, assim como as reduções no risco associado aos resíduos de pesticidas. A evidência do aumento da demanda, associada aos LMR, dá suporte à hipótese de que as medidas de controle de pesticidas aliviam a assimetria de informação, garantindo a segurança dos produtos regulados. Desse modo, a regulamentação de LMR para a soja e para o milho parece induzir a atualização da qualidade e atinge objetivos públicos legítimos, não traduzindo, necessariamente, em protecionismo. No entanto, os consumidores que se beneficiam da maior qualidade, arcam com preços mais altos, ou seja, excluindo as exportações das economias que não apresentam regulamentos satisfatórios em termos de controle de pesticidas, os padrões tendem a dificultar a concorrência entre os países exportadores que permanecem competindo pelo mesmo mercado. Com a menor oferta relativa, maiores os preços praticados, pois a maneira de os países exportadores arcarem com os custos de adequação é repassar esse valor aos consumidores.

Conforme os resultados encontrados, é esperado que os custos comerciais mais elevados sejam repassados aos consumidores na forma de preços mais altos, implicando que os consumidores no país importador j estão dispostos a pagar um prêmio por produtos de maior qualidade. De tal modo, é subentendido que a facilidade de adequação do país exportador aos requisitos mais rigorosos do importador, depende da capacidade do primeiro em manter-se competitivo ao cumprir a regulamentação mais rigorosa (Shingal e Ehrich, 2019). Sugere-se que as empresas exportadoras que já têm relações comerciais mais estabelecidas conseguem atingir os padrões específicos do importador e repassar esses custos por meio dos preços. Para as empresas menos consolidadas, é possível que os custos para atualização de qualidade sejam maiores e não consigam ser repassados totalmente via preços, o que pode reduzir a

probabilidade de comércio e reduzir os volumes de exportação (Fiankor, Haase e Brümmer, 2021).

Os custos para atender aos regulamentos exigidos pelo importador incluem desde mudanças nas práticas de produção ou das especificações do produto, bem como o desenvolvimento de procedimentos administrativos necessários para garantir a conformidade para futuras vendas aos mercados de destino. Mas, apesar desses custos, a conformidade com os requisitos é uma forma de aceno sobre as informações de qualidade para os consumidores, dado que os padrões impõem especificações sobre os bens para que estes se tornem similares aos vendidos no mercado doméstico, sobre os quais os mercados têm conhecimento sobre a qualidade. Em outras palavras, os padrões melhoram implicitamente os fluxos de informação entre fornecedores e consumidores sobre as características inerentes ao produto, porque as características essenciais são padronizadas e a qualidade e o desempenho são "garantidos". Como resultado, os padrões podem servir para facilitar as transações de mercado, promover a integração entre os mercados globais e, potencialmente, aumentar o comércio (Chen, Wilson e Otsuki, 2008; Disdier, Gaigné e Herghelegiu, 2020; Xiong e Beghin, 2014).

4.2. Robustez

Para testar a robustez dos modelos estimados, foi testado o efeito do rigor dos LMR para todos os pesticidas regulamentados, com o objetivo de captar a sensibilidade dos parâmetros quando os índices sofrem alterações. Outra proposta é estimar os efeitos sobre os fluxos de comércio pelo estimador de dois estágios de Heckman, seguindo a proposta original de Xiong e Beghin (2017a). Os resultados são apresentados na Tabela 20.

Tabela 20: Análise de robustez.

Variáveis	Todos os pesticidas			HS06 – Heckman ($\ln X_{ijt}^p$)	
	Pr ($X_{ijt}^p > 0$)	PPML (X_{ijt}^p)	MQO ($\ln P_{ijt}^p$)	Equação de seleção	Equação de resultado
$LMR_{Codex,ipat}$	0.013 (0.053)	2.643*** (0.542)	0.377 (0.517)	-0.861 (0.977)	-0.103 -0.364
$LMR_{ijpat,qualidade}$	0.503** (0.245)	0.102 (2.991)	-4.105** (1.673)	-4.493*** (1.075)	-1.356*** -0.392
$LMR_{ijpat,custo}$	-1.527** (0.649)	15.272 (10.623)	7.645** (3.458)	(0.458) -0.442	-0.318** -0.16
<i>constante</i>	0.939*** (0.127)	6.586* (3.571)	-6.239*** (0.795)	19.190*** -1.535	4.945*** -0.607
N	4200	3380	801	4200	802
R ²	-	0.227	-	-	-
EF	Sim ^a	Sim ^a	Sim ^a	Sim ^a	Sim ^a
Razão inversa de Mills					1.084**

Fonte: Elaboração com própria com base nos resultados da pesquisa.

Os valores entre parênteses referem-se aos erros-padrão robustos em cluster por par de países. * $p < 0.10$. ** $p < 0.05$. *** $p < 0.01$. ^a EF de importador-tempo, exportador-tempo, par de países e produto.

Uma vez que a política LMR é heterogênea entre os países, é comum observar a ausência de muitos LMR para determinadas combinações pesticida-cultura. Para superar esse desafio, os órgãos reguladores adotam uma política *default* para os pesticidas não regulamentados. A justificativa em atribuir pesos aos LMR dos pesticidas mais usuais nas culturas reside no fato de que, por *default*, uma série de outros pesticidas são agregados em um mesmo índice, de modo que aqueles mais importantes são inundados por outros LMR que não apresentam resultados interessantes em termos de políticas de conformidade, já que na maioria das vezes estão sendo cobertos pelo padrão. Também é importante sublinhar que os países tendem a regulamentar os pesticidas mais relevantes para a produção doméstica, o que justifica a proposta inicial desse estudo.

Quando são considerados todos os pesticidas, os resultados distinguem parcialmente do que é observado quando são avaliados apenas os principais empregados nas culturas da soja e milho. O $LMR_{Codex,ipat}$ não é estatisticamente significativo em explicar a probabilidade de comércio, mas sim o rigor relativo entre importador e exportador $LMR_{ijpat,qualidade}$. Os esforços do *Codex Alimentarius* está em regulamentar os principais pesticidas utilizados na produção de cada produto agrícola. Portanto, regulam um número relativamente limitado de LMR relativos ao número de LMR regulamentados por todos os países

As estimativas da variável que sugere custos de conformidade ao exportador $LMR_{ijpat,custo}$ foi significativa em afeta a probabilidade de comércio e os preços unitários, mas não os fluxos comerciais, o que é razoável esperar, já que nem todos os pesticidas regulados são empregados na produção, por isso não afetam as importações. Conquanto, afetam a

probabilidade de comércio e os preços porque pode a diferença regulatória que impõe custos de adequação ao exportador podem afetar a capacidade de os produtos chegarem aos mercados por falta de competitividade, via preços ou pela sinalização de que a regulamentação estrita de segurança alimentar do país de origem pode levar ao aumento das possibilidades de exportações.

A partir do estimador de dois estágios de Heckman, as estimativas de qualidade também foram sensíveis aos fluxos comércio, mas quando considerados o rigor do exportador em relação ao importador e não ao *Codex*. A variável que representa os custos de conformidade aos exportadores também foi significativa.

5. Considerações finais

Os estudos que abordam os efeitos dos padrões agroalimentares no comércio de produtos agrícolas têm sido objeto recorrente de estudos. Uma limitação dessa abordagem na literatura é seu foco predominante nos efeitos diretos dos padrões sobre o comércio e os custos comerciais, ignorando outros efeitos como a melhoria da qualidade, saúde e sanidade requeridos pelos consumidores e o consequente estímulo à demanda.

O presente estudo emprega uma nova parametrização da qualidade nas relações comerciais bilaterais entre os países, ao considerar não apenas o rigor do LMR do exportador em relação aos regulamentos do *Codex*, como é visto em grande parte dos estudos, mas considera de forma conjunta aos padrões internacionais os diferentes níveis de rigor estabelecidos entre os mercados de importação e exportação. Além disso, pela primeira vez é considerado os pesticidas mais utilizados nas culturas da soja e milho. Essa estratégia permite minimizar o viés do rigor em LMR, que ocorre quando os principais defensivos são considerados dentro de um conjunto com outros produtos químicos de pouca relevância para os processos produtivos.

Os resultados indicam que os padrões estabelecidos entre os países que, necessariamente, geram custos de conformidade ao exportador, reduzem a probabilidade e os fluxos de comércio. Entretanto, é possível que os exportadores consigam repassar os custos pelo mecanismo de preço unitário. Esse resultado é evidenciado por meio de duas propostas econométricas. Primeiro, a partir do efeito líquido dos efeitos pelo lado da qualidade e dos custos, cujo resultado sugere que os dispêndios realizados pelo exportador são estatisticamente iguais aos preços no mercado importador. Em segundo lugar, pelo modelo de preços unitários,

que confirmaram os efeitos significativos e positivos da variável que sugere que o alto rigor do exportador nos padrões agroalimentares, reforçando a hipótese da sinalização sobre inocuidade alimentar por parte dos exportadores que possuem altos níveis domésticos de padrões de LMR. Em outras palavras, apesar do estudo pautar-se em comércio de commodities, os países de destino podem pagar um preço prêmio ao mercado fornecedor por cumprir com requisitos regulatórios.

No entanto, essa é uma proposição que não deve ser generalizada. Os resultados variam com o tipo de produto e de acordo com o nível de desenvolvimento das partes envolvidas. Xiong e Beghin (2017a) e Traoré e Tamini (2021) sugerem que os resultados podem ser distintos quando os produtos são consumidos in natura, por exemplo.

Outro apontamento relevante é que diferencia o presente estudo de outros de natureza similar, é que a harmonização regulatória aos padrões internacionais, não constituem nos únicos elementos a serem considerados no delineamento de políticas. É importante estar em conformidade aos padrões do *Codex*, mas isso não garante comércio, dado que ainda assim os exportadores arcam com custos de conformidade para garantir acesso aos mercados mais rigorosos.

Esses resultados fornecem alguns *insights* sobre as visões político-econômicas dos diferentes níveis de rigor atribuída a uma NMT. Economistas políticos argumentam que os governos impõem regulamentos mais restritos como uma ferramenta para proteger seus produtores domésticos, caracterizando barreiras não tarifárias. Esses argumentos são compatíveis com os resultados, ao demonstrarem que as diferentes regulamentações alteram a estrutura de custos do fornecedor e afetam sua capacidade em atender aos mercados exigentes. Entretanto, uma vez que os países arcam com os custos de conformidade e atualizam seus padrões de qualidade para atender aos requisitos do importador, tornam seus produtos menos substituíveis em relação aos concorrentes que enfrentam problemas de heterogeneidade regulatória com o mesmo mercado.

Nesse caso, a oferta dos bens pelo país em conformidade pode apresentar ganhos em relação aos preços induzidos pelo enfrentamento aos custos de comércio. Ao passo que os exportadores mais afetados pelo aumento dos custos comerciais terão mais dificuldade para manter sua participação no mercado. À medida que os países enfrentam a barreira à entrada e arcam com os custos regulatórios, adaptam-se às exigências do importador e tornam-se mais competitivos.

Também vale considerar que os custos dos padrões alimentares podem ser diluídos com o volume transacionado, o que pode ser explicado pelos ganhos de escala dos produtores

que já têm seus fluxos de comércio consolidados, como o caso do país do Mercosul no envio de grãos para a UE.

A regulamentação estrita do país de origem pode ser considerada uma oportunidade quando os fornecedores vendem seus produtos em mercados estrangeiros que possuem regulamentações de segurança alimentar elevadas. As empresas podem recuperar parte de seus custos de investimento exportando para países que valorizam alimentos mais seguros. Mas é importante considerar que as exigências não devem aumentar os preços dos produtos além do que torna a comercialização viável entre países. As mudanças nos preços relativos que a harmonização provoca é que irá, de fato, determinar a intensificação ou não dos fluxos de comércio. Esse resultado assemelha-se aos indicados pelos modelos clássicos, determinados pela força de oferta e demanda.

Por isso, a conclusão mais importante é que as assimetrias regulatórias nas características e exigências de qualidade e sanidade dos produtos, por si só, não devem ser analisadas isoladamente para definir se o comércio tende a expandir ou retrair. Quanto mais desagregado é o contexto analítico considerado para analisar os efeitos do aumento da homogeneidade dos produtos no comércio, ou seja, a separação em termos de efeitos associados à oferta aos da demanda face às necessidades de adequação de produtos e processos, mais evidente torna-se o papel dos preços relativos na definição dos fluxos de comércio em termos de natureza e intensidade. Esse resultado está alinhado com Fiankor, Curzi e Olper (2020b).

Referências

- ABEL-KOCH, J. **Endogenous Trade Policy with Heterogeneous Firms**. Mainz: Johannes Gutenberg- Universitat, out. 2013.
- ANDERSON, J. E.; LARCH, M.; YOTOV, Y. V. Transitional Growth and Trade with Frictions: A Structural Estimation Framework. **The Economic Journal**, v. 130, p. 1583–1607, 1 ago. 2020.
- 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, mar. 2003.
- ANDERSON, J. E.; YOTOV, Y. V. The changing incidence of geography. **American Economic Review**, v. 100, n. 5, p. 2157–2186, dez. 2010.
- 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, 8 mar. 2007.

- BEENSTOCK, M.; FELSENSTEIN, D. Spatial Vector Autoregressions. *In*: SPRINGER, C. (Ed.). **Advances in Spatial Science**. Springer International Publishing, p. 129–161. 2019.
- BEGHIN, J. C.; DISDIER, A.; MARETTE, S. Trade restrictiveness indices in the presence of externalities: An application to non-tariff measures. **Canadian Journal of Economics/Revue canadienne d'économique**, v. 48, n. 4, p. 1513–1536, 26 nov. 2015.
- BEGHIN, J.; XIONG, B. Trade and welfare effects of technical regulations and standards. *In*: MELO, J. DE; NICITA, A. (Eds.). **Non-Tariff Measures: Economic Assessment and Policy Options for Development**. 1. ed. Geneva, Switzerland: United Nations Conference on Trade and Development, v. 1p. 159–194. 2018.
- BUREAU, J.-C.; DISDIER, A.-C.; RAMOS, M. P. A Comparison of the Barriers Faced by Latin American and ACP Countries' Exports of Tropical Products. **ICTSD Project on Tropical Products**, n. 9, p. 95 p., 2007.
- BURNQUIST, H. L. *et al.* **Heterogeneity Index of Trade and Actual Heterogeneity Index-the case of maximum residue levels (MRLs) for pesticides**. **Agricultural & Applied Economics Association's 2011 AAEA & NAREA Joint Annual Meeting**, Pittsburgh,.: 2011. Disponível em: <<https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/174745>>. Acesso em: 25 mar. 2021.
- CHANEY, T. Distorted gravity: The intensive and extensive margins of international trade. **American Economic Review**, v. 98, n. 4, p. 1707–1721, set. 2008.
- CHEN, M. X.; WILSON, J. S.; OTSUKI, T. Standards and export decisions: Firm-level evidence from developing countries. **Journal of International Trade and Economic Development**, v. 17, n. 4, p. 501–523, 2008.
- 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, 1 mar. 2016.
- CURZI, D. *et al.* Standards, trade margins and product quality: Firm-level evidence from Peru. **Food Policy**, v. 91, p. 101834, 1 fev. 2020.
- CURZI, D.; RAIMONDI, V.; OLPER, A. Quality upgrading, competition and trade policy: evidence from the agri-food sector. **European Review of Agricultural Economics**, v. 42, n. 2, p. 239–267, 1 abr. 2015.
- DISDIER, A.-C.; GAIGNÉ, C.; HERGHELEGIU, C. **Do Standards Improve the Quality of Traded Products?** ECARES working paper. Brussels: 2020. Disponível em: <<https://hal.inrae.fr/hal-02953680>>. Acesso em: 26 mar. 2021.
- 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, 30 abr. 2010.

- DROGUÉ, S.; DEMARIA, F. Pesticide residues and trade, the apple of discord? **Food Policy**, v. 37, n. 6, p. 641–649, 1 dez. 2012.
- EGGER, P. H.; NIGAI, S. Structural gravity with dummies only: Constrained ANOVA-type estimation of gravity models. **Journal of International Economics**, v. 97, n. 1, p. 86–99, 1 set. 2015.
- EUROPEAN COMMISSION. **REGULATION (EC) NO 396/2005 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL**. 2005. Disponível em: <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32005R0396&from=EN>>. Acesso em: 26 mar. 2021.
- FALLY, T. Structural gravity and fixed effects. **Journal of International Economics**, v. 97, n. 1, p. 76–85, 1 set. 2015.
- FASSARELLA, L. M.; BURNQUIST, H. L.; SOUZA, M. J. P. DE. Impact of Sanitary and Technical Measures on Brazilian Exports of Poultry. **Management**, p. 1–19, 2011.
- FEENSTRA, R. C. **Advanced International Trade: Theory and Evidence**. 6. ed. New Jersey: Princeton University Press, 2004. v. 6
- FERRO, E.; OTSUKI, T.; WILSON, J. S. The effect of product standards on agricultural exports. **Food Policy**, v. 50, p. 68–79, 1 jan. 2015.
- FIANKOR, D.-D. D.; CURZI, D.; OLPER, A. Exports and governance: the role of private voluntary agrifood standards. **European Review Of Agricultural Economics**, v. 50, n. 3, p. 1–44, 2020a.
- _____. Trade, price and quality upgrading effects of agri-food standards. **European Review Of Agricultural Economics**, p. 341–352, 20 nov. 2020b.
- 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, 27 fev. 2021.
- FIANKOR, D. D.; MARTÍNEZ-ZARZOSO, I.; BRÜMMER, B. Exports and governance: the role of private voluntary agrifood standards. **European Review Of Agricultural Economics**, v. 50, n. 3, p. 1–44, 4 maio 2019.
- FOLETTI, L.; SHINGAL, A. Stricter regulation boosts exports: the case of Maximum Residue Levels in pesticides. **MPRA Paper**, n. 59895, 2012.
- HEID, B.; LARCH, M.; YOTOV, Y. Estimating the Effects of Non-discriminatory Trade Policies within Structural Gravity Models. **CESifo Working Paper Series**, n. 6735, 2017.
- HEJAZI, M.; GRANT, J. H.; PETERSON, E. B. **Hidden Trade Costs? Maximum Residue**

- Limits and U.S. Exports of Fresh Fruits and Vegetables:** Center for Agricultural Trade. 2018. Disponível em: <<https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/85061/CATT-RR-2018-06.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 26 mar. 2021.
- JOUANJEAN, M.-A. Standards, reputation, and trade: evidence from US horticultural import refusals. **World Trade Review**, v. 11, n. 3, p. 438–46, 15 maio 2012.
- KIM, R. B. Meeting consumer concerns for food safety in South Korea: The importance of food safety and ethics in a globalizing market. **Journal of Agricultural and Environmental Ethics**, v. 22, n. 2, p. 141–152, 1 nov. 2009.
- LARCH, M. *et al.* Currency Unions and Trade: A PPML Re-assessment with High-dimensional Fixed Effects. **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, v. 81, n. 3, p. 487–510, 29 jun. 2019.
- LI, Y.; BEGHIN, J. C. Protectionism indices for non-tariff measures: An application to maximum residue levels. **Food Policy**, v. 45, p. 57–68, 2014.
- _____. A meta-analysis of estimates of the impact of technical barriers to trade. In: **Nontariff Measures and International Trade**. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2016. p. 63–77.
- LIU, P. **Private standards in international trade: issues and opportunities**. Geneva: 2009.
- MELITZ, M. J. The Impact of Trade on Intra-Industry Reallocations and Aggregate Industry Productivity. **Econometrica**, v. 71, n. 6, p. 1695–1725, 1 nov. 2003.
- 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, 1 fev. 2014.
- NEUMANN, S. *et al.* **Global Economic Impact of Missing and Low Pesticide Maximum Residue Levels, Vol. 2**. United States International Trade Commission. Washington: 2021. Disponível em: <<https://www.usitc.gov/publications/332/pub5160.pdf>>. Acesso em: 27 mar. 2021.
- 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, 22 fev. 2012.
- OTSUKI, T.; WILSON, J. S.; SEWADEH, M. Saving two in a billion: Quantifying the trade effect of European food safety standards on African exports. **Food Policy**, v. 26, n. 5, p. 495–514, 1 out. 2001.
- PIERMARTINI, R.; YOTOV, Y. V. **Estimating Trade Policy Effects with Structural Gravity**. Geneva: World Trade Organization, 2016.

- RASFF. **European Commission RASFF Portal Database**. 2021. Disponível em: <<https://webgate.ec.europa.eu/rasff-window/portal/?event=SearchForm&cleanSearch=1>>. Acesso em: 24 mar. 2021.
- RAU, M.-L.; SHUTES, K.; SCHLUETER, S. **Index of heterogeneity of requirements in international agri-food trade**: NTM Impact Working Paper. Belgium: 2010. Disponível em: <<https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/157763>>. Acesso em: 26 mar. 2021.
- RONNEN, U. Minimum Quality Standards, Fixed Costs, and Competition. **The Rand Journal of Economics**, v. 22, n. 4, p. 504, jan. 1991.
- SANTERAMO, F. G.; LAMONACA, E. On the drivers of global grain price volatility: an empirical investigation. **Agricultural Economics**, v. 65, n. No. 1, p. 31–42, 28 jan. 2019a.
- _____. The Effects of Non-tariff Measures on Agri-food Trade: A Review and Meta-analysis of Empirical Evidence. **Journal of Agricultural Economics**, v. 70, n. 3, p. 595–617, 10 set. 2019b.
- SANTOS SILVA, J. M. C.; TENREYRO, S. The log of gravity. **Review of Economics and Statistics**, v. 88, n. 4, p. 641–658, 7 nov. 2006.
- SENASA. **Resolución-934-2010**. 2010. Disponível em: <<http://www.senasa.gob.ar/normativas/resolucion-934-2010-senasa-servicio-nacional-de-sanidad-y-calidad-agroalimentaria>>. Acesso em: 26 mar. 2021.
- SHINGAL, A.; EHRICH, M. **A Service of zbw Trade effects of standards harmonization in the EU: Improved access for non-EU partners Standard-Nutzungsbedingungen: Trade effects of standards harmonization in the EU: improved access for non-EU partners**: Working Paper. New Delhi: New Delhi: Indian Council for Research on International Economic Relations (ICRIER), abr. 2019. Disponível em: <<https://www.econstor.eu/handle/10419/203706>>. Acesso em: 26 mar. 2021.
- SHINGAL, A.; EHRICH, M.; FOLETTI, L. Re-estimating the effect of heterogeneous standards on trade: Endogeneity matters. **World Economy**, p. 756–787, 2020.
- SWINNEN, J. Economics and politics of food standards, trade, and development#. **Agricultural Economics**, v. 47, n. S1, p. 7–19, 1 nov. 2016.
- SWINNEN, J. F. M.; VANDEMOORTELE, T. Trade and the Political Economy of Food Standards. **Journal of Agricultural Economics**, v. 62, n. 2, p. 259–280, 1 jun. 2011.
- 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. 00, n. 00, p. 1–50, 25 mar. 2021.

- USITC. **Global Economic Impact of Missing and Low Pesticide Maximum Residue Levels, Vol. 1.** United States International Trade Commission. Washington: 2020.
- WALL, H. J.; CHENG, I.-H. Controlling for Heterogeneity in Gravity Models of Trade. **SSRN Electronic Journal**, 2005.
- WILSON, J. S.; OTSUKI, T. To spray or not to spray: Pesticides, banana exports, and food safety. **Food Policy**, v. 29, n. 2, p. 131–146, abr. 2004.
- WINCHESTER, N. *et al.* The Impact of Regulatory Heterogeneity on Agri-food Trade. **The World Economy**, v. 35, n. 8, p. 973–993, 1 ago. 2012.
- 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.
- XIONG, B.; BEGHIN, J. C. Disentangling demand-enhancing and trade-cost effects of maximum residue regulations. *In: Nontariff Measures and International Trade*. 2017a. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2017a. p. 105–118.
- ____. Stringent maximum residue limits, protectionism, and competitiveness: The cases of the US and Canada. *In: Nontariff Measures and International Trade*. 2017b. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2017b. p. 193–207.

APÊNDICE

As estatísticas descritivas estão resumidas na Tabela 21. A direção e a magnitude dos efeitos dessas variáveis sobre o comércio são descritas nos resultados empíricos.

Tabela 21: Análise descritiva dos dados.

Variável	Observações	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
<i>Importações</i> (X_{ijt}^p)	801	68806,81	187900,20	0,00	1421116,00
<i>Preço Unitário</i> (P_{ijt}^p)	801	0,00	0,01	0,00	0,21
$LMR_{Codex,ipat}^*$	4.200	1,108528	0,1930285	0,7545789	1,425865
$LMR_{ijpat,qualidade}^*$	4.200	1,141644	0,1863676	0,8109642	1,585635
$LMR_{ijpat,custos}^*$	4.200	0,4319316	0,4653725	0,0045789	1
$LMR_{Codex,ipat}^{**}$	4.200	1,153997	0,237725	0,8595721	1,545308
$LMR_{ijpat,qualidade}^{**}$	4.200	1,337027	0,2023116	1,046852	1,675909
$LMR_{ijpat,custos}^{**}$	4.200	0,1764426	0,0278133	0,1402186	0,2183712

Fonte: Elaboração própria. * para pesticidas selecionados (estimativas da Tabela 9); ** para todos os pesticidas (estimativas da Tabela 20).

ANEXO

Traoré e Tamini (2021) descrevem o efeito líquido dos LMR sobre o comércio para determinado destino como:

$$\frac{\partial X_{ijt}^p}{\partial \ln (\max [LMR_{Codex, ipat} + LMR_{ijpat} - LMR_{ijpat}, \emptyset])} = \beta_1 + \beta_2 + \beta_3 \quad (15)$$

$$\beta_1 + \beta_2 + \beta_3 = 0 \text{ se } \beta_1 + \beta_2 = \beta_3$$

$$\beta_1 + \beta_2 + \beta_3 > 0 \text{ se } \beta_1 + \beta_2 > \beta_3$$

$$\beta_1 + \beta_2 + \beta_3 < 0 \text{ se } \beta_1 + \beta_2 < \beta_3$$

onde β_1 e β_2 devem ser positivos, por estarem associados a melhoria na percepção de qualidade e β_3 negativo, pela relação com custos de ajustes. A Equação (15) mostra o efeito líquido marginal dos diferentes níveis de rigor das políticas LMR entre os países exportadores e importadores na decisão do importador em adquirir produtos em conformidade com os padrões. O efeito líquido depende do coeficiente associado à percepção de qualidade por parte do país de destino (β_1 e β_2) e aos potenciais custos aos produtores no país de origem (β_3). O efeito líquido marginal é zero ou positivo se e somente se a soma dos parâmetros de qualidade (β_1 e β_2) for igual ou superior ao parâmetro de custos de cumprimento do LMR do importador (β_3). Como resultado, os produtores provavelmente produzirão produtos em conformidade com os padrões se houver pelo menos uma passagem completa dos custos aos preços ($\beta_1 + \beta_2 \geq \beta_3$). Se essa possibilidade não for factível ($\beta_1 + \beta_2 < \beta_3$), os produtos não regulamentados sairão do mercado de produtos de alta qualidade.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS DA TESE

As análises conduzidas lançam luz para uma questão importante, a soja pode ser consumida diretamente em grãos, porém o maior consumo humano ocorre na produção de derivados caseiros ou industrializados. Óleo, extrato hidrossolúvel de soja, queijo (tofu), farinha, proteína texturizada de soja e broto de soja são alguns exemplos de alimentos à base de soja. O mesmo é extensivo ao milho, pois o grão pode ser ingerido diretamente (espiga, farofa, pamonha, etc) ou processado na forma de amido, fubá, farinhas, óleo, glicose e outros.

Ao investigar os resíduos de pesticidas no comércio de grãos, é necessário considerar que os efeitos sobre a demanda para o consumo humano dependem, em grande medida, da percepção do consumidor sobre o consumo de produtos tratados com insumos químicos na saúde. Do ponto de vista da inocuidade alimentar, os LMR de pesticidas no comércio da soja e do milho, afetarão as decisões de consumo se consumidores preocupam-se com o efeito dos resíduos de compostos químicos na saúde, por meio da ingestão de produtos cuja gestão de pragas e doenças ocorreu pelo uso de pesticidas.

Soja e milho, além das finalidades de consumo mencionadas, são empregados na produção de ração animal. Considerar a cadeia de grãos e observar quão distantes esses produtos estão do consumo humano, é fundamental para a elaboração de políticas ao setor.

Embora o estudo tenha focado sobre os efeitos nas decisões de consumo que recaem sobre a ingestão de soja e milho diretamente por humanos, igualmente importante é a consideração dos LMR na dieta alimentar animal, o que pode ser constatado no estudo de Martins e Burnquist (2020). É demonstrado que as duas razões mais usuais nas notificações SPS pela UE no comércio de carnes do Mercosul são “Limites Máximos de Resíduos” e “Pesticidas”.

A conscientização da população sobre a qualidade dos produtos que consomem é crescente e um fator que contribui para o aumento da preocupação sobre os alimentos está relacionado aos defensivos agrícolas. Se, por um lado, o uso de pesticidas é necessário para garantir melhor produtividade e disponibilidade de alimentos, por outro, a sociedade considera indispensável que os governos regulamentem o uso desses produtos com o objetivo de preservar a saúde dos consumidores. Por essa razão, as tendências globais têm alterado de sobremaneira a legislação e as regulamentações relacionadas à inocuidade alimentar, incluindo os aspectos sanitários e fitossanitários que possam representar um risco à saúde e ao meio ambiente.

Essas mudanças refletem no comércio internacional conforme os sistemas de produção evoluem. A harmonização das regulamentações e a equivalência de padrões são os principais

desafios no ambiente regulamentar, por isso uma abordagem global é necessária para garantir que os diferentes padrões não apresentem barreiras ao comércio.

O ajuste aos padrões regulatórios impõe custos de conformidade ao fornecedor de alimentos. Esses custos são mais elevados na medida em que os exportadores devem diversificar as práticas de produção a fim de atender às distintas necessidades em diferentes mercados, tornando-se um problema de política comercial e de política agrícola. O problema é que sob certos sistemas regulatórios, os custos podem se estender além do necessário para atender às especificações técnicas impostas por diferentes importadores, incluindo gastos excessivos para que garantam às autoridades nos países de destino que as exportações estão de acordo com as especificações requeridas. Os países que conseguem cumprir com as adequações e ainda fornecer preços competitivos, podem expandir sua parcela de mercado.

Embora as teorias clássicas não tenham considerado a percepção de qualidade de determinado produto como um determinante na demanda do consumidor, existe uma literatura crescente que têm dado ênfase a essa variável. Essa nova abordagem considera os aspectos que afetam o desempenho exportador dos países e, mesmo que exista um aumento nos custos comerciais, tanto maior é a garantia de acesso aos mercados. O desenvolvimento de uma demanda mais heterogênea, fragmentada e dinâmica no setor agroalimentar tornou as estratégias de concorrência baseadas em preço menos atrativas, sendo substituídas pelas estratégias voltadas para o controle de qualidade em termos de conformidade regulatória.

É possível que os consumidores estejam dispostos a pagar por um “prêmio de qualidade” para bens que atendam aos padrões. Por esse incremento nos preços, os consumidores absorvem os custos de adequação para o atendimento dos regulamentos que geram produtos de melhor qualidade. Nesse caso, os modelos que avaliam os efeitos econômicos das MNT passam a considerar que os padrões reduzem a concorrência para a variedade de produtos regulamentados no mercado de destino e, os exportadores que conseguem explorar a concorrência reduzida neste novo ambiente de mercado, repassam os custos extras de produção aos consumidores como preços mais altos. Posto de outra forma, os padrões podem aprimorar o escopo da qualidade como um atributo de diferenciação.

No comércio de grãos, especialmente, esse movimento pode ser fortalecido e prejudicado pela estrutura de comercialização dos produtos, pois as *commodities* são vendidas à granel e misturadas ao longo da cadeia de abastecimento antes de chegar aos mercados finais de exportação. Devido a essa estrutura, os importadores não conseguem rastrear o produto e, na ocorrência de uma violação de LMR, as consequências recaem sobre toda a cadeia, incluindo

o aumento dos custos de inspeção, fiscalização nos próximos envios e também a perda de confiança por parte dos importadores, que podem alertar os demais parceiros comerciais sobre os riscos potenciais de adquirir produtos de determinado país. Por essa razão, os produtores devem garantir que seus produtos atendam aos LMR do parceiro mais rigoroso. Consequentemente, os produtos devem apresentar um nível de qualidade superior para qualquer que seja o mercado importador.

O setor tem demonstrado preocupações crescentes sobre essa questão, pois caso o uso de certos pesticidas seja proibido ou seus LMR sejam reduzidos, maiores serão as assimetrias regulatórias associadas a esse padrão agroalimentar e maiores os custos. A questão é: os produtores conseguirão manter seus produtos diferenciados e ter benefícios via “preços premium”? Evidências empíricas apontam que o resultado é positivo para o comércio de frutas e vegetais, indicando que apesar dos padrões restritos dos importadores reduzirem as probabilidades de comércio, os fluxos comerciais são expandidos em resposta a uma atualização de qualidade. Para o comércio de grãos, esse estudo demonstrou que há uma forte possibilidade de que isso também ocorra, mas as alterações de preços não respondem a um premium de qualidade, apenas um repasse dos custos via mecanismo de preços. Isso significa que, por enquanto, o produtor pode estar operando sem prejuízos ao arcar com os custos de ajustes de LMR.

Entretanto, uma vez que o cumprimento dos regulamentos LMR é requisito obrigatório para manter os envios, a exclusão das exportações de produtos não conformes tornará os produtos comercializados “homogêneos”. Nesse caso, os padrões podem limitar o escopo da qualidade como um atributo de diferenciação e induzir um aumento na competição a partir de preços competitivos.

Nesse caso, tanto maior a dificuldade dos produtores em repassarem os custos o consumidor final, maior será o desafio de manter-se eficiente para manter os preços internacionais. É importante que os formuladores de políticas forneçam estímulos para que os fabricantes de pesticidas registrem substâncias ativas alternativas àquelas que já foram ou serão proibidas, como é esperado para o glifosato. Também é importante o investimento em pesquisa e desenvolvimento no campo para aprimorar o manejo de pragas e doenças de modo a substituir o uso de defensivos químicos, a exemplo dos controles biológicos.

Outra medida para fornecer aporte ao setor deve ser o reconhecimento e acompanhamento das tendências globais para políticas LMR. Com isso, é possível reestruturar as políticas sanitárias e fitossanitárias vigentes para comportar iniciativas que busquem evitar o uso indiscriminado dos LMR como barreiras não tarifárias. Embora exista um consenso

internacional sobre a importância de proteger tanto a saúde do consumidor quanto o meio ambiente, as abordagens e políticas empregadas para regular o uso de pesticidas e determinar os LMR em alimentos são globalmente inconsistentes. Também demonstram a suscetibilidade das influências políticas sobre o comércio e à segurança alimentar. Esses aspectos são revelados pela heterogeneidade regulatória dos sistemas de regulamentação. Dessa maneira, a ênfase deve ser dada a um movimento em direção ao gerenciamento de risco baseado em resultados, em vez de padrões alimentares prescritivos.

Referências

MARTINS, M. M. V.; BURNQUIST, H. L. **O Panorama das Medidas Não Tarifárias do Mercosul e União Europeia: Uma Análise Comparativa**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Nota Técnica 48. Rio de Janeiro: 2020.