



ANGÉLICA DA SILVA AZEVEDO

**DINÂMICA DA IMPORTAÇÃO DE FERTILIZANTES PELO
MERCADO BRASILEIRO NO PERÍODO DE 1997 A 2023**

**LAVRAS – MG
2024**

ANGÉLICA DA SILVA AZEVEDO

**DINÂMICA DA IMPORTAÇÃO DE FERTILIZANTES PELO MERCADO
BRASILEIRO NO PERÍODO DE 1997 A 2023**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Administração, área de concentração em Gestão de Negócios, Economia e Mercado, para a obtenção do título de Doutora.

Prof. Dr. Luiz Gonzaga de Castro Júnior
Orientador

**LAVRAS – MG
2024**

Ficha de identificação da obra elaborada pelo(a) autor(a) através do Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA.

Azevedo, Angélica da Silva.

Dinâmica da Importação de Fertilizantes pelo Mercado Brasileiro no Período de 1997 a 2023 / Angélica da Silva Azevedo. 2024.

136 p.

Orientador: Luiz Gonzaga de Castro Junior

Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, 2024.

Bibliografia.

1. Fertilizantes. 2. Segurança alimentar. 3. Sistemas agroindustriais. 4. Outliers.
I. de Castro Junior, Luiz Gonzaga . II. Universidade Federal de Lavras. III. Título.

ANGÉLICA DA SILVA AZEVEDO

**DINÂMICA DA IMPORTAÇÃO DE FERTILIZANTES PELO MERCADO
BRASILEIRO NO PERÍODO DE 1997 A 2023**

**DYNAMICS OF FERTILIZER IMPORTS IN THE BRAZILIAN MARKET FROM
1997 TO 2023**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Administração, área de concentração em Gestão de Negócios, Economia e Mercado, para a obtenção do título de Doutora.

APROVADA em 28 de março de 2024.

Dr. Antônio Carlos dos Santos UFLA

Dra. Elisa Guimarães Cozadi UFLA

Dr. Caio Peixoto Chain UFRRJ

Dr. Cássio Henrique Garcia Costa CEFET-MG

Prof. Dr. Luiz Gonzaga de Castro Júnior
Orientador

**LAVRAS – MG
2024**

*Para os meus tesouros, Rafael (in memoriam), Maria
Cecília e Clarice. Para meu esposo e amigo, Eduardo.
Dedico.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela graça de mais uma conquista em minha vida.

Ao meu amado Eduardo, companheiro que escolhi para compartilhar minha vida, meus sonhos, desafios e conquistas. Esse trabalho nunca seria possível sem você. Obrigada por todas as discussões, todas as correções, por ficar com nossas meninas para que eu pudesse trabalhar e por todos os cafés compartilhados ao longo desse processo.

Agradeço às minhas meninas, Maria Cecília e Clarice, que nasceram durante o meu doutorado. Durante este período, muitas vezes estive cansada e enfrentei os mais variados desafios, chegando a pensar em desistir. No entanto, o simples sorriso delas era capaz de me revigorar e fortalecer para que eu pudesse seguir em frente. Minhas menininhas, vocês não têm ideia de como eu as amo e sou feliz por tê-las comigo. E, não menos importante, deixo registrado que esta tese é dedicada à memória do meu terceiro filho, Rafael, a quem não pude conhecer pessoalmente, mas que foi e é igualmente amado e lembrado.

Agradeço aos meus pais e irmãos por torcerem por mim e se alegrarem com minhas vitórias. Só foi possível alcançar esse nível de estudo porque, um dia, vocês me apoiaram e possibilitaram que eu trilhasse esse caminho.

Agradeço aos meus sogros, Sr. Lauro e Dona Maura, e à minha cunhada Letícia, por me receberem em sua casa, me concederem um lugar tranquilo para poder estudar e realizar minha pesquisa, além de cuidarem muito bem das minhas meninas para que tivesse a tranquilidade de me ausentar enquanto desenvolvia esse trabalho.

Agradeço à Universidade Federal de Lavras (UFLA) e todos os seus servidores, principalmente os do PPGA, pelo acolhimento e por toda a ajuda durante os mais de dez anos em que estive vinculada à esta instituição de ensino. Meu muito obrigada.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Luiz Gonzaga, por todas as oportunidades que ele me concedeu, sendo a primeira muito antes de pensar na pós-graduação. Lá em 2014, quando comecei a atuar como bolsista do Bureau de Inteligência Competitiva do Café, você já estava contribuindo para que esse doutorado se tornasse realidade. Obrigada por permitir que eu adentrasse no CIM e pudesse conhecer o outro lado da universidade.

Agradeço ao Prof. Caio Chain por toda a ajuda durante a execução dessa pesquisa, pela paciência e atenção na correção da parte metodológica e estatística. Sua ajuda foi muito importante para que eu pudesse chegar nos resultados desse trabalho.

Agradeço aos demais professores da banca de defesa, Prof. Antônio Carlos, Prof. Cássio, Profa. Elisa e Profa. Agda, por todas as correções e contribuições para a melhoria dessa

tese. Ainda agradeço à Profa. Elisa pela correção criteriosa da tese (o que me ajudou muito no pós-defesa) e por todas as xícaras de café compartilhadas em sua sala.

Agradeço aos docentes do PPGA por todos os ensinamentos e por contribuírem para o meu desenvolvimento profissional e pessoal. Todas as discussões em sala de aula (e fora dela) foram muito proveitosas para o meu amadurecimento como professora, pesquisadora e pessoa.

Agradeço a todos os meus colegas de pós-graduação pela amizade durante esta caminhada, tornando-a mais leve. Em especial, agradeço à Thais Assis por me acompanhar mais de perto desde o mestrado, com o fortalecimento do companheirismo no doutorado. Sempre sentirei falta das caronas e de nossas saídas para comemorar os finais de semestre.

Agradeço ao Prof. Paulo Henrique Montagnana Vicente Leme por todas as oportunidades de atuar como bolsista e desenvolver importantes trabalhos como membro de sua equipe. Foram muitos os aprendizados compartilhados que contribuíram para meu aprimoramento profissional.

Agradeço a todos os membros do Agritech pelo companheirismo e por todos os trabalhos que realizamos em conjunto.

E não posso deixar de agradecer a todas as demais pessoas que não foram citadas aqui, mas que contribuíram para o desenvolvimento dessa pesquisa ou que me ajudaram de alguma forma durante esses anos de doutorado.

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

RESUMO

Os fertilizantes são substâncias químicas importantes para o desenvolvimento e produtividade das plantas, sendo considerado como um insumo importante para a manutenção da segurança alimentar. O Brasil, como um dos principais produtores agrícolas do mundo, desponta como um grande consumidor de adubos. Atualmente, cerca de 80% dos fertilizantes utilizados no país são de origem estrangeira, o que sujeita os produtores às oscilações de mercado e incertezas de abastecimento. Eventos recentes, como a pandemia de Covid-19 e o conflito entre Rússia e Ucrânia reacenderam o debate acerca a alta dependência brasileira do mercado externo de fertilizantes e suscitaram questionamentos sobre as importações de adubos pelos sistemas agroindustriais (SAG's) nacionais. Diante disto, a presente pesquisa teve como objetivo geral identificar e analisar os fatores responsáveis por alterações no fluxo de importação de fertilizantes para o Brasil. Para tanto, foram analisadas as séries de importação dos principais países que abastecem o mercado interno. As análises foram realizadas separadamente para cada grupo de fertilizantes (nitrogenados, fosfatados, potássicos e formulações). Também foram analisadas as importações totais de cada grupo. As análises foram realizadas com o programa Time Series Regression with ARIMA Noise, Missing Observations and Outliers (TRAMO), extensão para o software Gretl. De acordo com os resultados, fatores institucionais, econômicos e de produção foram capazes de interferir positivamente e negativamente nos fluxos de importação. Quando se trata de aumentos nos fluxos de importação, pode-se relatar como fatores institucionais a liberalização progressiva do mercado chinês; o início da vigência do acordo de livre comércio entre o Mercosul e o Egito; o estreitamento das relações entre o Brasil e Marrocos, que ocorreu a partir da visita da comitiva do Ministério da Agricultura e Pecuária; bem como os reflexos do conflito entre Rússia e Ucrânia, que provocaram receios de desabastecimento. Como fatores econômicos tem-se as relações de troca favoráveis e reduções nas tarifas de exportação. Já os fatores de produção identificados foram a oferta insuficiente de fertilizantes no mercado nacional e aumento da área plantada de algumas culturas. Com relação às quedas nas importações, os fatores institucionais identificados foram o conflito Russo-Ucraniano, que influenciou o aumento dos preços, menor oferta de adubos e sanções que comprometeram o abastecimento. Como fatores econômicos, tem-se a valorização do dólar, os aumentos das taxas de juros básicas, a inadimplência e a descapitalização dos produtores. Os fatores de produção relacionados às diminuições nas importações foram a redução da área plantada de determinadas culturas e níveis elevados de estoques. Os resultados dessa tese evidenciam que existem eventos capazes de interferirem nos fluxos de importação de fertilizantes, sendo necessário que os agentes dos SAG's brasileiros se mantenham atentos a tais fatores de forma a evitar o desabastecimento. O governo brasileiro também deve investir em acordos com países fornecedores, além de incentivar o desenvolvimento do setor produtivo nacional.

Palavras-chave: outliers; segurança alimentar; insumos; sistemas agroalimentares.

ABSTRACT

Fertilizers are essential chemical substances for plant development and productivity, serving as a fundamental input for maintaining food security. As one of the world's leading agricultural producers, Brazil stands out as a significant consumer of fertilizers. Approximately 80% of the fertilizers used in the country are imported, which exposes domestic producers to market volatility and supply uncertainties. Recent events, such as the COVID-19 pandemic and the conflict between Russia and Ukraine, have reignited debates about Brazil's heavy dependence on the international fertilizer market and raised concerns regarding fertilizer imports within its national agribusiness systems (SAGs). In this context, the main objective of this study was to identify and analyze the factors responsible for changes in fertilizer import flows to Brazil. To achieve this, import data from the principal countries supplying the domestic market were examined. Analyses were conducted separately for each fertilizer group—nitrogen-based, phosphate-based, potash-based, and compound formulations—as well as for total imports within each group. The data analysis was performed using the Time Series Regression with ARIMA Noise, Missing Observations, and Outliers (TRAMO) program, an extension of the Gretl software. The findings revealed that institutional, economic, and production-related factors exerted both positive and negative effects on fertilizer import flows. Institutional factors that contributed to increased imports included the progressive liberalization of the Chinese market; the enforcement of the Free Trade Agreement between Mercosur and Egypt; the strengthening of bilateral relations between Brazil and Morocco—particularly following a delegation visit by the Ministry of Agriculture and Livestock; and the repercussions of the Russia–Ukraine conflict, which heightened concerns over supply shortages. Economic factors encompassed favorable terms of trade and reductions in export tariffs. Production-related factors associated with increased imports included insufficient domestic fertilizer supplies and the expansion of cultivated areas for certain crops. Conversely, factors contributing to a decline in imports included institutional aspects such as the Russia–Ukraine conflict, which led to rising prices, reduced fertilizer availability, and trade sanctions that disrupted supply chains. Economic factors included the appreciation of the U.S. dollar, increases in base interest rates, producer default, and financial decapitalization. Production-related factors contributing to reduced imports included the contraction of planted areas for specific crops and elevated stock levels. The findings of this dissertation underscore the significant influence of various events on fertilizer import flows. Consequently, stakeholders within Brazilian agribusiness systems must remain vigilant to mitigate the risks of supply shortages. Furthermore, the Brazilian government should prioritize strengthening trade agreements with supplier countries and invest in initiatives to bolster domestic fertilizer production.

Keywords: outliers; food security; agricultural input; agri-food systems.

INDICADORES DE IMPACTO

A tese faz uma análise de quais fatores foram capazes de causar impactos nos fluxos de importação de fertilizantes pelos sistemas agroindustriais brasileiros, sendo identificados em quais momentos houve uma demanda atípica desse insumo no mercado global. Para tanto, foram analisadas as séries de importação dos cinco principais países que abastecem o mercado interno. As análises foram realizadas separadamente para cada grupo de fertilizantes (nitrogenados, fosfatados, potássicos e formulações que contenham dois ou três elementos da tríade nitrogênio, fósforo e potássio). Também foram analisadas as importações totais de cada grupo. As análises foram realizadas com o programa Time Series Regression with ARIMA Noise, Missing Observations and Outliers (TRAMO), extensão para o software Gretl. A partir da metodologia empregada constatou-se que as alterações nos fluxos de importação de adubos pelos sistemas agroindustriais brasileiros foram motivadas por fatores institucionais, econômicos e de produção. Tais fatores contribuíram tanto para o aumento quanto para a diminuição das compras no mercado internacional. Como fatores institucionais, destacam-se o Acordo de Livre Comércio firmado entre o Mercosul e o Egito, as reduções nas barreiras de exportação proporcionadas pela liberalização progressiva do mercado chinês, as ações do governo brasileiro para o estreitamento das relações comerciais com países exportadores de fertilizantes e os impactos causados pela eclosão do conflito entre Rússia e Ucrânia, traduzidos em sanções econômicas, incertezas quanto ao abastecimento, variações nos preços, entre outros desdobramentos. Como fatores econômicos, tem-se a valorização do dólar e, conseqüentemente, o aumento nos preços dos insumos e nos custos de aquisição; a elevação das taxas de juros básicas; a inadimplência e descapitalização dos produtores; e a antecipação das compras por conta de relações de troca favoráveis. Os fatores de produção identificados foram os aumentos ou diminuições nas áreas plantadas e níveis elevados de estoques no mercado nacional. Os fertilizantes são considerados insumos essenciais para produtividade das plantas, sendo amplamente discutida a sua importância para a manutenção da segurança alimentar, um dos pilares dos Objetivos de Desenvolvimento sustentável (ODS) da ONU (2. Fome zero e agricultura sustentáveis). Em termos de impactos sociais, os resultados contribuem para a discussão acerca da vulnerabilidade das cadeias produtivas brasileiras com relação aos fertilizantes. O Brasil depende majoritariamente do mercado externo para atender a demanda por adubos e a pesquisa registrou quais são as principais fontes de abastecimento e as causas que impactaram de forma positiva nos fluxos de importação. Ademais, os resultados podem contribuir para a formulação de políticas públicas ou programas governamentais que assegurem as relações comerciais com os principais exportadores de fertilizantes para o Brasil. Com relação aos impactos econômicos, os resultados demonstram como as variáveis econômicas presentes no mercado internacional impactam nas importações de insumos, fazendo-as recuar em determinados momentos e, em outras oportunidades, avançar. Identificar os momentos oportunos para compra dos fertilizantes e/ou as causas para as oscilações nos preços podem ajudar aos produtores a se gerirem melhor seus estoques, de forma a evitar os aumentos dos custos de produção ocasionados pelos altos preços praticados no mercado global.

IMPACT INDICATORS

This dissertation analyzes the factors influencing fertilizer import flows within Brazilian agribusiness systems, with a focus on identifying specific periods of atypical demand for this input in the global market. To achieve this, import data from the primary countries supplying Brazil's domestic market were examined. The analysis was conducted separately for each group of fertilizers—nitrogen-based, phosphate-based, potash-based, and compound formulations containing two or three elements from the nitrogen, phosphorus, and potassium (NPK) triad. Total imports for each group were also assessed. The study employed the Time Series Regression with ARIMA Noise, Missing Observations, and Outliers (TRAMO) program, an extension of the Gretl software. The findings revealed that changes in fertilizer import flows within Brazilian agribusiness systems were driven by institutional, economic, and production-related factors, which collectively contributed to both increases and decreases in international purchases. Among the institutional factors, the following were prominent: the Free Trade Agreement between Mercosur and Egypt, the reduction of export barriers resulting from the progressive liberalization of the Chinese market, Brazilian government initiatives to strengthen commercial ties with fertilizer-exporting countries, and the impacts of the Russia-Ukraine conflict—such as economic sanctions, supply uncertainties, price fluctuations, and other repercussions. Economic factors included the appreciation of the U.S. dollar, leading to higher input prices and acquisition costs; increases in basic interest rates; producers' financial default and decapitalization; and the anticipation of purchases driven by favorable terms of trade. Production-related factors identified included fluctuations in the expansion or contraction of planted areas and elevated stock levels in the domestic market. Fertilizers are critical inputs for plant productivity, underscoring their importance in maintaining food security—one of the pillars of the United Nations Sustainable Development Goals (SDGs), particularly Goal 2: Zero Hunger and Sustainable Agriculture. From a social perspective, the results contribute to discussions about the vulnerability of Brazilian production chains in relation to fertilizer supply. Given Brazil's heavy reliance on international markets to meet its fertilizer needs, this research identified the main sources of supply and the key drivers influencing import flows. Additionally, the findings could inform the development of public policies or governmental programs aimed at securing commercial relationships with Brazil's principal fertilizer exporters. Regarding economic impacts, the research demonstrates how international market variables affect the importation of inputs, leading to fluctuations in supply. Identifying optimal periods for purchasing fertilizers and understanding the underlying causes of price volatility could enable producers to manage inventories more effectively, thereby mitigating production cost increases caused by high global market prices.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1 Considerações iniciais	13
1.2 Problema de pesquisa.....	15
1.3 Objetivos.....	18
1.4 Justificativa	19
2. REFERENCIAL TEÓRICO	21
3. CONTEXTUALIZAÇÃO	24
3.1 Fertilizantes	24
3.2 Cadeia produtiva dos fertilizantes	26
3.3 O contexto brasileiro no mercado global de fertilizantes	29
3.4 Os impactos da pandemia de Covid-19 e a Guerra entre Rússia e Ucrânia no mercado internacional de fertilizantes	34
4. ASPECTOS METODOLÓGICOS	36
4.1 Modelo Autorregressivo Integrado e de Médias Móveis (ARIMA).....	36
4.2 Amostra e origem dos dados.....	38
4.3 Análise dos dados.....	40
4.4 Construção e ajuste dos modelos.....	41
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
5.1 Fertilizantes nitrogenados.....	42
5.1.1 Rússia.....	43
5.1.2 China.....	46
5.1.3 Catar	48
5.1.4 Argélia	50
5.1.5 Holanda	51
5.1.6 Total	53
5.1.7 Análise sobre as importações de fertilizantes nitrogenados	55
5.2 Fertilizantes fosfatados	63
5.2.1 Egito	64
5.2.2 Israel	66
5.2.3 Marrocos	67
5.2.4 China.....	70
5.2.5 Espanha	72
5.2.6 Total.....	77
5.2.7 Análise sobre as importações de fertilizantes fosfatados	78

5.3 Fertilizantes potássicos.....	82
5.3.1 Canadá.....	83
5.3.2 Rússia.....	86
5.3.3 Belarus.....	87
5.3.4 Alemanha.....	90
5.3.5 Israel.....	92
5.3.6 Total.....	94
5.3.7 Análise sobre as importações de fertilizantes potássicos.....	95
5.4 Fertilizantes que contenham dois ou três elementos (nitrogênio, potássio e fósforo)	100
5.4.1 Estados Unidos.....	101
5.4.2 Rússia.....	103
5.4.3 Marrocos.....	106
5.4.4 Arábia Saudita.....	107
5.4.5 China.....	108
5.4.6 Total.....	111
5.4.7 Análise sobre as importações de fertilizantes que contenham dois ou três elementos	114
6. CONCLUSÃO.....	120
REFERÊNCIAS.....	124

1. INTRODUÇÃO

Nesta seção, será apresentada uma breve contextualização sobre os fertilizantes, destacando a relevância de seu papel na garantia da segurança alimentar. Em seguida, são expostos o problema de pesquisa, os objetivos e a justificativa para a realização deste trabalho.

1.1 Considerações iniciais

A população mundial cresceu consideravelmente no último século. Em 1900, o planeta era habitado por 1,6 bilhão de pessoas (STROTMANN; HERMENT; PAGE, 2021). Em 2022, esse número saltou para 7,9 bilhões. As projeções para 2050 mostram o alcance da marca de 9,7 bilhões de pessoas (UNITED NATIONS, 2022).

Juntamente com o aumento da população mundial, crescem as preocupações quanto à garantia da segurança alimentar para todos os povos. Pode-se dizer que existe segurança alimentar “*when all people, at all times, have physical, social and economic access to sufficient, safe and nutritious food that meets their dietary needs and food preferences for an active and healthy life*” (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO et al., 2018, p. 159). Em um mundo cada vez mais suscetível a crises globais agudas, a manutenção da disponibilidade de alimentos é um grande desafio a ser superado (BOBE; PROCOPIE; BUCUR, 2019).

A definição de segurança alimentar proposta pela Fao et al. (2018) abrange quatro dimensões, sendo elas: disponibilidade, acesso, utilização e estabilidade. A disponibilidade se refere à presença física dos alimentos e envolve aspectos como a produção, reservas, mercado e transporte. O acesso aos alimentos possui como base o pilar físico, que está relacionado à infraestrutura necessária para a funcionalidade dos mercados e o pilar econômico, que se relaciona com o preço dos alimentos, rendimento disponível e o acesso a benefícios sociais. A utilização se refere à capacidade das famílias ingerirem calorias e nutrientes em quantidades adequadas. E, por fim, a estabilidade consiste na condição em que as famílias tenham segurança alimentar em todos os momentos (FAO et al., 2018; BOBE; PROCOPIE; BUCUR, 2019).

A dimensão da estabilidade envolve ainda as cadeias de suprimentos e distribuição, considerando-se os riscos aos quais estão expostas. Fatores climáticos, econômicos, sociais e políticos podem gerar instabilidades capazes de afetarem os preços dos alimentos e das

matérias-primas, bem como as importações e a produção (FAO et al., 2018; BOBE; PROCOPIE; BUCUR, 2019).

Nos últimos anos, tem-se observado um elevado uso de fertilizantes na produção agrícola, influenciado pela crescente demanda por alimentos (ILINOVA; DMITRIEVA; KRASLAWSKI, 2021). Os fertilizantes desempenham um papel crucial para garantir a produtividade das plantas, visto que oferecem nutrientes capazes de atenderem suas necessidades nutricionais e, conseqüentemente, contribuem para o seu desenvolvimento (COSTA; SILVA, 2012; ZONTA; STAFANATO; PEREIRA, 2021). Ao serem adicionados ao solo, os fertilizantes auxiliam na manutenção ou aumento da produtividade da planta, além de proporcionarem melhorias na qualidade dos frutos (DIAS; FERNANDES, 2006; COSTA; SILVA, 2012; CHEN et al., 2018). Nesse sentido, os fertilizantes são insumos importantes para que as nações garantam a segurança alimentar de suas populações.

Os principais fertilizantes utilizados pelos agricultores são o nitrogênio (N), o fósforo (P) e o potássio (K), além do adubo composto que combina dois ou três desses elementos citados (DIAS; FERNANDES, 2006; RODRIGUES et al., 2015). Devido a fatores geológicos, a produção de fertilizantes está concentrada em poucos países, o que aumenta o risco de perturbações na cadeia de fornecimento (FAO, 2020).

Nos últimos 40 anos, a agricultura brasileira tem crescido constantemente, sustentada pelo desenvolvimento tecnológico e científico que permitiram a adoção de práticas para o melhor aproveitamento dos insumos e, conseqüentemente, o aumento da produtividade. O crescimento da produtividade da terra pode ser correlacionado ao incremento no consumo de fertilizantes, que saiu de 2,5 milhões de toneladas em 1976 para 18 milhões de toneladas, em 2020 (POLIDORO; PEREZ, 2022).

Apesar de ser um grande consumidor de fertilizantes e possuir reservas para a produção de matérias-primas, como gás natural, disponibilidade de rochas fosfáticas e potássicas, a indústria nacional não possui capacidade para atender integralmente a demanda interna, tornando o país altamente dependente do mercado externo (RODRIGUES et al., 2015; BRASIL, 2020).

Dados de 2019 revelam que o Brasil foi responsável por 8% da demanda mundial de fertilizantes, atrás somente da China (24%), Índia (15%) e Estados Unidos (10%) (RITCHIE; ROSER; ROSADO, 2023). Os principais fertilizantes utilizados pelos agricultores brasileiros são o potássio, com participação de 38% do total, seguido por fósforo, com 33% e nitrogênio, com 29% (BRASIL, 2023a).

Os aumentos observados na demanda brasileira por fertilizantes têm sido superiores à taxa de crescimento mundial. O atendimento da necessidade interna é feito, principalmente, por meio de importações. Estima-se que 85% do total de fertilizantes consumidos no país seja de origem estrangeira (BRASIL, 2020, 2023a). A alta dependência do mercado externo impacta o mercado interno, tornando-o exposto às oscilações do mercado internacional (BRASIL, 2023a), além de sujeitar os produtores rurais às flutuações de preços e sanções econômicas (POLIDORO; PEREZ, 2022), o que pode influenciar os fluxos de importações. Os aumentos nos preços dos fertilizantes elevam os custos de produção e, conseqüentemente, encarecem os produtos brasileiros, tornando-os menos atrativos no mercado internacional (BRASIL, 2023a).

A indústria também pode ser afetada por qualquer política que interfira no fornecimento dos fertilizantes, como alterações nos regimes fiscais de exportação, globalização dos preços das matérias-primas, bem como a adoção de legislações que visem a redução das emissões de dióxido de carbono (HEFFER; PRUD'HOMME, 2013).

Nesse sentido, considera-se importante que sejam adotadas estratégias e políticas públicas que garantam o suprimento adequado de fertilizantes para os agricultores brasileiros, de modo que a segurança alimentar nacional seja mantida.

1.2 Problema de pesquisa

Eventos como a pandemia de Covid-19 e o conflito entre Rússia e Ucrânia (dois grandes produtores e exportadores de fertilizantes) reacenderam as discussões acerca da vulnerabilidade enfrentada pelo Brasil pela alta dependência externa de um insumo importante para o agronegócio nacional. Esses incidentes mostraram a possibilidade de escassez de fertilizantes e influenciaram a tomada de medidas estratégicas por parte do governo federal (CALIGARIS et al., 2022).

No contexto da pandemia, oficialmente declarada pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em 11 de março de 2020, surgiram preocupações relacionadas com a disponibilidade de fertilizantes (SELEIMAN et al., 2020), visto que as medidas de isolamento social ocasionaram o fechamento das fábricas e, conseqüentemente, a diminuição na produção desses insumos e demais produtos/bens.

À época também surgiram questionamentos de como a volatilidade econômica e as interrupções na cadeia de suprimentos dos fertilizantes, que envolveram o transporte, a distribuição, os fluxos comerciais e os níveis de estoque, poderiam interferir na oferta desse

insumo e, em consequência, na garantia da segurança alimentar (INTERNATIONAL FERTILIZER ASSOCIATION – IFA, 2020a).

No caso da China, país onde iniciou-se o surto de Covid-19, as indústrias de fertilizantes sofreram com escassez de mão-de-obra; redução nas operações das instalações; fechamentos temporários de fábricas; gargalos de logística interna, ocasionados principalmente pelos bloqueios a distritos; excesso de estoques em armazéns portuários; atrasos nos terminais portuários; fornecimento restrito de matérias-primas; restrições nos financiamentos, além de interrupções nas importações e exportações (IFA, 2020a).

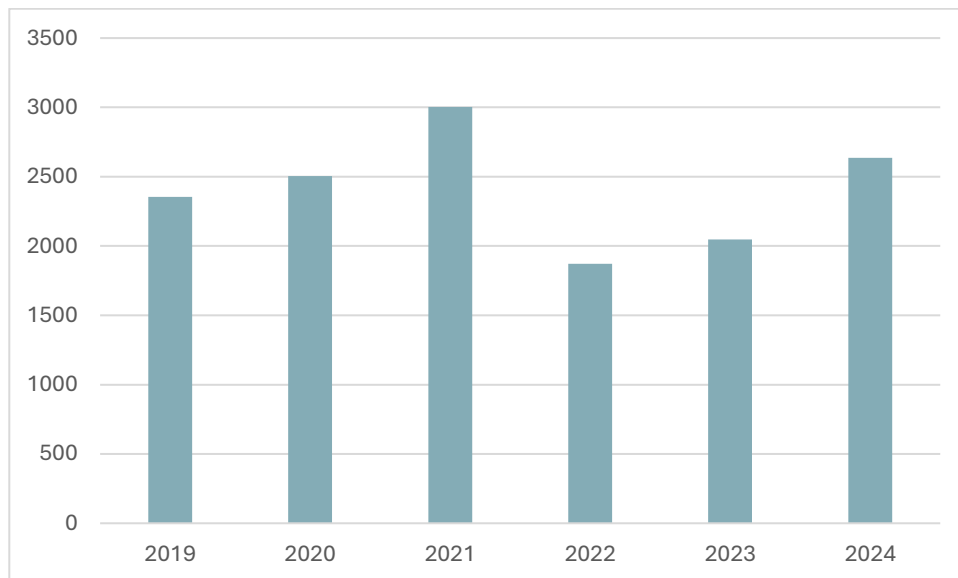
Apesar dos desafios proporcionados pela pandemia de Covid-19, o fornecimento global de fertilizantes se manteve resiliente em 2020. As demandas de nitrogênio e potássio foram supridas por novas instalações, que ajudaram a equilibrar a oferta mesmo com paralisações temporárias nas plantas produtivas de alguns países. Com relação ao fosfato, notou-se a manutenção das capacidades produtivas em comparação à 2019 (IFA, 2020b).

A resiliência das cadeias agrícolas perante a pandemia de Covid-19 somente foi possível a partir das ações propostas pelos governos para mitigar os efeitos causados pela propagação do vírus. Em alguns países, no período de *lockdown*¹, os governos declararam a produção de fertilizantes, bem como todas as atividades envolvidas na cadeia, como essenciais, o que assegurou a manutenção das operações e da distribuição do insumo (IFA, 2020c).

Com relação a Rússia, que declarou guerra à Ucrânia em 24 de fevereiro de 2022, notou-se quedas no suprimento de nitrogênio. Conforme pode-se observar na figura 1, que compreende os anos de 2019 a 2024, o ano de 2021 foi caracterizado com o maior nível de exportações, sendo enviados 3.003,26 mil toneladas de fertilizantes nitrogenados para o Brasil. Em 2022, com o início do conflito, esse volume caiu para 1.871,69 mil toneladas. Em 2023 e 2024 nota-se a recuperação das exportações russas, mas ainda abaixo do recorde registrado em 2021 (BRASIL, 2025).

¹ Lockdown é uma palavra de origem inglesa e significa confinamento. No contexto da pandemia de Covid-19, esse termo foi utilizado para definir as medidas de restrição impostas pelo Estado ou por ação judicial, com o objetivo de restringir a circulação de pessoas em áreas públicas, bem como o fechamento das fronteiras, sendo visado a diminuição na disseminação do vírus (DICIONÁRIO ONLINE DE PORTUGUÊS, 2025).

Figura 1 – Importações de fertilizantes nitrogenados da Rússia entre 2019 e 2024 (em mil toneladas).



Fonte: elaborado pela autora a partir de dados de Brasil (2025)

Com a guerra, Rússia e Belarus (país aliado da Rússia e grande produtor de fertilizantes potássicos) sofreram sanções econômicas dos Estados Unidos, União Europeia, Japão, entre outras nações, que culminaram na diminuição da disponibilidade de adubo no mercado internacional. A oscilação na oferta de fertilizantes, em conjunto com o aumento dos custos das matérias-primas e da logística (HEBE BRAND; GLAUBER, 2023; LIN et al., 2023) contribuíram para o aumento dos preços e impactaram negativamente no fluxo brasileiro de importações.

Diante das incertezas surgidas a partir de 2020, o Governo Federal adotou novas medidas para garantir a estabilidade do suprimento de fertilizantes. Por meio do Decreto nº 10.605, de 22 de janeiro de 2021, foi instituído o Grupo de Trabalho Interministerial com a finalidade de desenvolver o Plano Nacional de Fertilizantes (PNF) (BRASIL, 2021a). O PNF possui como objetivo a ordenação das ações públicas e privadas, com o intuito de ampliar a produção nacional de fertilizantes; diminuir a dependência externa e fomentar a competitividade do agronegócio brasileiro no mercado internacional (BRASIL, 2023a).

Em 11 de março de 2022, por meio do Decreto nº 10.991, foi criado o Conselho Nacional de Fertilizantes e Nutrição de Plantas (CONFERT), órgão responsável por revisar, debater e implementar o PNF, bem como coordenar as políticas públicas relacionadas aos fertilizantes. O CONFERT é presidido pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços

(MDIC) e composto por demais ministérios, além de entidades e representantes da sociedade civil, como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), a Confederação Nacional da Indústria (CNI) e a Petrobrás (BRASIL, 2023b).

Ressalta-se que a cadeia de fertilizantes é permeada por outras incertezas, tais como crescimento econômico, velocidade da recuperação econômica pós pandemia, fatores geopolíticos, relações comerciais, clima, ações governamentais (IFA, 2020c), o que gera discussões acerca de medidas para salvaguardar os negócios, os fluxos comerciais e a segurança alimentar (IFA, 2020b).

A pandemia e a guerra evidenciaram que os sistemas agroindustriais brasileiros possuem uma significativa vulnerabilidade quanto ao suprimento de fertilizantes. Eventos externos e imprevisíveis podem impactar a oferta e os preços no mercado interno, o que agrega mais risco às atividades agropecuárias.

Dada a importância do setor agropecuário para a garantia da segurança alimentar, tanto no país quanto no mundo, e a sua grande importância socioeconômica, cabe investigar o seguinte problema de pesquisa: quais fatores podem impactar o fluxo de importação de fertilizantes para o Brasil?

1.3 Objetivos

A partir do problema de pesquisa proposto, propõe-se como objetivo geral identificar e analisar os fatores responsáveis por alterações no fluxo de importação de fertilizantes para o Brasil.

Especificamente, pretende-se:

- a) analisar a importação de fertilizantes pelo mercado brasileiro entre 1997 e 2023;
- b) identificar os momentos em que ocorreram mudanças significativas no fluxo de importação de fertilizantes;
- c) analisar quais fatores foram responsáveis pelas alterações no fluxo de importação de fertilizantes;
- d) verificar como o Brasil reagiu em resposta a essas alterações.

1.4 Justificativa

Devido à importância dos fertilizantes para a produção de alimentos, existe na literatura inúmeros trabalhos que discutem a sua demanda, tanto a nível local, quanto a nível global. No caso do Brasil, especificamente, os estudos estão voltados para discutir o cenário da produção nacional de fertilizantes, apresentar dados sobre o consumo interno, além de relatar a dependência dos agricultores brasileiros do mercado externo.

O trabalho de Kronenberger e Albuquerque (2000) teve como objetivo discutir o posicionamento da indústria brasileira de fertilizantes diante do mercado internacional. Os resultados demonstram a incapacidade da indústria nacional em atender a demanda interna. No caso do potássio, as reservas locais para o fornecimento da matéria-prima são insuficientes para suprir a demanda local. Em relação ao nitrogênio, os autores argumentam que existem reservas locais a serem exploradas, no entanto as decisões sobre importação se baseiam em oportunidades comerciais. Já no caso dos fertilizantes fosfatados, os resultados denotam a importância da ampliação da produção doméstica de rocha fosfática, desse modo o país conseguiria diminuir a dependência externa.

A pesquisa de Gonçalves, Ferreira e Souza (2008) buscou analisar a evolução do consumo de fertilizantes e o cenário produtivo brasileiro no período entre 1950 e 2006. Os resultados mostraram um aumento significativo nas importações de fertilizantes a partir da década de 1990. Resultados similares foram relatados por Saab e Paula (2008), que realizaram um diagnóstico sobre a oferta e demanda dos fertilizantes no Brasil. Os resultados apontaram a alta dependência brasileira do mercado externo, sendo identificado que, em 2007, somente 30% da demanda nacional era atendida pelo mercado doméstico. De acordo com os autores, o alto nível de importação de adubos representa um “fator de risco para a competitividade do setor agropecuário” (SAAB; PAULA, 2008, p. 21).

Ogino et al. (2021, p. 16) analisaram os impactos causados pelas variações dos preços dos fertilizantes sobre a produção agrícola do Brasil. Os achados mostraram a “existência de uma relação positiva entre poder de compra ponderado pela produtividade e quantidade consumida de fertilizantes minerais”. Diante de tal resultado, os autores argumentam acerca da necessidade da implementação de políticas públicas que visem minimizar os impactos causados pelas variações de preço no mercado internacional, principalmente em relação aos fertilizantes potássicos. Ainda de acordo com os autores, deve-se incentivar a entrada de novas empresas no setor nacional de fertilizantes, além do desenvolvimento de pesquisas que busquem fontes

alternativas de nutrientes de forma que o abastecimento de adubos seja mantido e a produção interna seja sustentada.

O estudo realizado por Farias et al. (2020) buscou identificar as oportunidades e os desafios para o desenvolvimento da indústria brasileira de fertilizantes. Os resultados mostraram que se o setor de fertilizantes não receber estímulos do governo brasileiro e a desindustrialização continuar, espera-se que até 2035 mais de 85% da demanda interna de adubos seja suprida pelo mercado externo. Ainda de acordo com os autores, novos entrantes serão barrados pela indústria global de fertilizantes, sendo necessário que haja alianças estratégicas entre as empresas já estabelecidas com o intuito de manter a capacidade instalada existente.

Na pesquisa realizada por Castro, Silva e Gilio (2021) buscou-se analisar o desempenho do setor de fertilizantes e a interrelação deste com os outros setores da economia brasileira. Conforme os resultados, as ações realizadas com o intuito de diminuir a dependência nacional do setor de fertilizantes do mercado externo beneficiariam as atividades agrícolas, que estão expostas aos riscos existentes no cenário global e que possuem os custos de produção sujeitos às oscilações do mercado internacional.

Ao analisar os estudos sobre a temática dos fertilizantes no cenário brasileiro, percebe-se a preocupação acerca da dependência externa do país. No entanto, os estudos citados anteriormente limitaram-se a investigar de forma geral o consumo nacional, bem como os impactos dos preços praticados pelo mercado global nos custos de produção.

Não foram encontradas pesquisas que buscassem relatar e compreender como se comportaram os fluxos de importação de fertilizantes pelo Brasil nos últimos anos, sendo considerados, individualmente, cada tipo de adubo mais utilizado pelos produtores e os principais exportadores. Também não foram relatados quais foram os fatores que interferiram nesses fluxos de importação.

Deste modo, esta pesquisa justifica-se por buscar preencher esta lacuna com a proposta de analisar e identificar os fatores que alteraram os fluxos de importação de fertilizantes pelo Brasil no período entre 1997 e 2023. Isso foi feito a partir de análises individualizadas para cada tipo de fertilizante e, também, para cada país exportador.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Existem diferentes correntes teóricas que estudam as cadeias produtivas de alimentos e os agentes que as compõem. A abordagem de *Commodity System Approach* (CSA), desenvolvida por Davis e Goldberg na década de 1960, propõe que as análises de um sistema produtivo sejam realizadas a montante e a jusante. Isso quer dizer que todos os agentes que fazem parte da cadeia de produção de um determinado produto devem ser considerados (BATALHA, 2021). A partir da CSA é possível identificar o fluxo produtivo de uma *commodity* iniciando com os fornecedores de insumos e findando no consumidor final, além de determinar a participação relativa de cada ator da cadeia produtiva no valor agregado do produto (TALAMINI; FERREIRA, 2010).

O conceito de *Filière*, que foi desenvolvido pela escola francesa de economia industrial, descreve o processo de transformação de uma *commodity* em um produto final como uma sequência de atividades em cadeia (MORVAN, 1985 apud ZYLBERSZTAJN, 2000). As cadeias de produção agroindustriais são compostas por operações de transformação independentes, mas interligadas por uma sequência técnica. De acordo com essa teoria, há também a presença de relações comerciais e financeiras entre todas as operações da cadeia, com o fluxo de montante a jusante, entre fornecedores e clientes (BATALHA, 2021).

Os avanços nas cadeias globais de suprimentos fomentaram o surgimento do conceito de *Supply Chain* (TALAMINI; FERREIRA, 2010). Segundo o *Council Of Supply Chain Management Professionals - CSCMP* (2024), uma cadeia de suprimentos é responsável por transformar matérias-primas em produtos acabados. A cadeia é formada por diferentes empresas, que trocam materiais e informações ao longo do processo produtivo, sendo eles os fornecedores, prestadores de serviços e os clientes (também identificados como elos). Para Kremer (2013), o conceito da gestão da cadeia de suprimentos (*Supply Chain Management – SCM*) possui similaridades com as definições de CSA e *Filière*, no entanto, a SCM busca desenvolver estratégias para a promoção de melhorias ao longo da cadeia.

Outra abordagem teórica muito utilizada no Brasil para os estudos das cadeias produtivas de alimentos é a de Sistemas Agroindustriais (SAGs). De acordo com um Zylbersztajn e Giordano (2015), um SAG genérico é composto pelos setores produtivos, pelo ambiente institucional, pelo ambiente organizacional e pelas transações estabelecidas pelos agentes produtivos, conforme representado pela figura 2.

Figura 2 – Modelo de um SAG genérico.



Fonte: Adaptado de Zylbersztajn e Giordano (2015).

O setor produtivo é composto pelos agentes responsáveis pela produção e distribuição de um determinado produto (ZYLBERSZTAJN; GIORDANO, 2015). No nível destinado aos fornecedores de insumos, considera-se como agentes participantes quatro grandes indústrias, sendo elas: a indústria de fertilizantes ou adubos, de defensivos agrícolas, de sementes e de equipamentos (ZYLBERSZTAJN, 1995).

Conforme o fluxo da cadeia produtiva, tem-se posteriormente os elos de produção, processamento e distribuição, que correspondem às atividades e aos atores responsáveis pela produção agrícola dos alimentos, pelo processamento e transformação das matérias-primas em produtos finais e pela sua distribuição ao consumidor. A distribuição poderá ocorrer via atacado ou varejo (ZYLBERSZTAJN, 2000)

O ambiente institucional é composto pelas instituições, ou seja, “as regras do jogo de uma sociedade” (NORTH, 1995, p. 5). As instituições podem ser formais, como as leis, constituições e regras locais ou podem ser informais, como a cultura, códigos de conduta, tradições e costumes (NORTH, 1994; ZYLBERSZTAJN, 2000; PIKE et al., 2015). As regras políticas, sociais e legais presentes em um ambiente institucional determinam as bases para a produção, transação e distribuição de um determinado produto (DAVIS; NORTH; SMORODIN, 1971).

O ambiente organizacional agrega as organizações que oferecem suporte ao SAG, tais como: empresas, universidades, cooperativas, associações de produtores, agentes certificadores, agentes financeiros, entre outros (ZYLBERSZTAJN, 2000; ZYLBERSZTAJN; GIORDANO, 2015). Essas organizações são capazes de influenciar na operação e na eficiência de um determinado SAG (ZYLBERSZTAJN; GIORDANO, 2015).

As transações consistem em “interfaces onde ocorrem trocas de direitos de propriedade, com o intuito de gerar valor” (ZYLBERSZTAJN; GIORDANO, 2015, p. 14). Em termos gerais ocorrem quatro transações em um SAG, sendo elas entre o fornecedor de insumos e o agricultor (T1), entre o agricultor e a indústria de alimentos (T2), entre a indústria e o distribuidor de alimentos (T3) e, por fim, entre o distribuidor e o consumidor (T4) (ZYLBERSZTAJN, 1995).

Todo o fluxo produtivo de um SAG está direcionado para atender as demandas do consumidor, último elo presente na sequência produtiva e transicional de um produto. O consumidor adquire um produto alimentício com o intuito de atender suas necessidades, sendo levado em consideração no momento de aquisição a sua renda, idade e suas preferências (ZYLBERSZTAJN, 2000).

Os SAGs sofrem mudanças ao longo do tempo, visto que as relações existentes entre os agentes que os compõem estão sujeitas às influências externas (ZYLBERSZTAJN, 2000). Por exemplo, o ambiente institucional e suas instituições são capazes de influenciar os modelos organizacionais, as estratégias estabelecidas pelas organizações e pelos agentes em um SAG, além de interferir na forma como são estabelecidas as relações entre os atores locais (AZEVEDO, 2018).

Devido à popularidade e a clareza da abordagem dos SAGs, optou-se por utilizá-la no presente trabalho como arcabouço teórico que orientará as análises que serão realizadas. Esta abordagem permite dividir o sistema produtivo de uma cadeia em setores, sendo possível focar no elo de insumos, mais precisamente a indústria de fertilizantes. Ademais, esta perspectiva teórica ressalta a importância e a influência dos ambientes institucional e organizacional em todo o processo produtivo.

3. CONTEXTUALIZAÇÃO

Nesta seção apresenta-se uma contextualização acerca do objeto de estudo desta pesquisa. Primeiramente, será abordada a definição de fertilizantes, bem como suas características e contribuições para o processo produtivo de alimentos. Em seguida, será descrita a cadeia produtiva dos fertilizantes. Também será discutido o contexto do Brasil no mercado global de fertilizantes, sendo apresentado um breve histórico do desenvolvimento do complexo industrial nacional, os principais marcos e o cenário atual da indústria brasileira. Por fim, será abordado os impactos causados pela pandemia de Covid-19 e pela Guerra entre Rússia e Ucrânia no mercado global de fertilizantes.

3.1 Fertilizantes

Fertilizantes são substâncias químicas, minerais ou orgânicas, obtidas de forma natural ou industrial, que possuem nutrientes necessários para atender as necessidades nutricionais da planta, contribuindo para o seu desenvolvimento (COSTA; SILVA, 2012; ZONTA; STAFANATO; PEREIRA, 2021). Os fertilizantes são adicionados ao solo com o intuito de repor os elementos retirados em cada colheita, de forma a manter ou aumentar a produtividade, além de melhorar a qualidade dos produtos colhidos (DIAS; FERNANDES, 2006; COSTA; SILVA, 2012; CHEN et al., 2018).

Os nutrientes que contribuem para o desenvolvimento das plantas podem ser divididos em duas categorias: macronutrientes e micronutrientes. Os macronutrientes são utilizados em larga quantidade, sendo eles: carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre. Já os micronutrientes, quando não oferecidos pelo solo, são adicionados em pequenas quantidades. Os micronutrientes requisitados pela planta são o boro, cloro, cobre, ferro, manganês, molibdênio, zinco, sódio, silício e cobalto (DIAS; FERNANDES, 2006; COSTA; SILVA, 2012). Dentre os macros e micronutrientes citados, os que possuem maior relevância para os produtores são o nitrogênio (N), o fósforo (P) e o potássio (K) (DIAS; FERNANDES, 2006), sendo estes nutrientes essenciais para o crescimento das plantas (STROTMANN; HERMENT; PAGE, 2021).

O nitrogênio (N) é um elemento essencial para a vida, visto que é indispensável para a formação dos ácidos nucleicos (DNA e RNA), proteínas e aminoácidos (ROBERTSON; VITOUSEK, 2009; DIAS, 2016; HUNGRIA; NOGUEIRA, 2022). O gás nitrogênio (N₂)

corresponde a 78% do volume de ar presente na atmosfera terrestre. No entanto, apesar de abundante, o gás N_2 não está disponível para o uso de nenhum ser vivo (DIAS, 2016; BOURSCHEIDT et al., 2019; HUNGRIA; NOGUEIRA, 2022). Isso ocorre pelo fato da ligação tripla que une os átomos de nitrogênio no N_2 ser consideravelmente forte, sendo quebrada apenas por determinados processos (ROBERTSON; VITOUSEK, 2009; GARCIA; CARDOSO; SANTOS, 2013). Na natureza, os raios formados em tempestades são capazes de quebrar essa ligação e formar óxidos de nitrogênio (GARCIA; CARDOSO; SANTOS, 2013). Também existem algumas bactérias capazes de quebrar a ligação tripla do N_2 , transformando-o em amônia (NH_3) (HUNGRIA; NOGUEIRA, 2022).

Industrialmente, a ligação tripla do N_2 pode ser quebrada por meio do calor e pressão. A produção industrial dos fertilizantes nitrogenados é realizada por meio do processo de Haber-Bosch, que consiste na combinação de hidrogênio (H_2) e nitrogênio (N_2) sob alta temperatura e pressão. Por meio da reação entre H_2 e N_2 é obtida a amônia (NH_3) (ROBERTSON; VITOUSEK, 2009; CAPDEVILA-CORTADA, 2019). A amônia pode ser utilizada diretamente como fertilizante ou para a produção de nitratos (KRÜGER, 2016).

Depois do nitrogênio, o fósforo (P) é considerado o macronutriente mais importante para os seres vivos, visto que representa um componente estrutural de macromoléculas, como ácidos nucleicos, fosfolipídios, fosfatos de açúcar e compostos energéticos (ATP, ADP) (HOLFORD, 1997; KUWAHARA; SOUZA, 2009; SANZ-SAEZ et al., 2017; SRIVASTAVA; BASU; KUMAR, 2021). O fósforo atua diretamente em processos vitais para as plantas, como o armazenamento e transferência de energia, a divisão celular, o crescimento das células, além de promover o crescimento das raízes e o amadurecimento dos frutos (DIAS; FERNANDES, 2006; COSTA; SILVA, 2012). A baixa disponibilidade desse nutriente prejudica o desempenho fotossintético e afeta negativamente no crescimento da planta (SANZ-SAEZ et al., 2017).

O fósforo está presente na natureza na forma de fosfato, sendo obtido a partir da exploração da rocha fosfática (DIAS; FERNANDES, 2006; COSTA; SILVA, 2012; KRÜGER, 2016). Existem dois tipos de rocha fosfática, a ígnea e a sedimentar. A rocha ígnea é formada a partir da erupção dos vulcões. Os principais depósitos de fosfato ígneo estão presentes na Rússia, África do Sul, Finlândia e no Brasil. Já a rocha sedimentar é derivada da vida animal. Os depósitos sedimentares são responsáveis por mais de 80% da produção mundial de rocha fosfática (CISSE; MRABET, 2004; DIAS; FERNANDES, 2006). Aproximadamente 95% da rocha fosfática extraída é destinada para a produção de fertilizantes, ração animal e pesticidas, o que denota a importância desse elemento para a agricultura (CISSE; MRABET, 2004).

O potássio (K) é um nutriente que está envolvido na maior parte dos processos bioquímicos e fisiológicos que afetam o crescimento e o metabolismo das plantas. A fotossíntese, síntese de proteínas, ativação enzimática, osmorregulação, transferência de energia e resistência ao estresse são influenciados pelo potássio (PETTIGREW, 2008; WANG et al., 2013), bem como a formação dos frutos, o controle da hidratação das plantas e a tolerância às doenças (DIAS; FERNANDES, 2006; COSTA; SILVA, 2012). Nesse sentido, pode-se concluir que o rendimento da planta e a qualidade dos frutos também sofrem influências desse nutriente (ZÖRB; SENBAYRAM; PEITER, 2014).

O potássio é originário de camadas sedimentares, encontrado na forma de cloreto ou sulfato (COSTA; SILVA, 2012; BASAK; SARKAR, 2017). As principais fontes de potássio são os minerais argilosos encontrados em solos e rochas, além dos depósitos de sal no oceano (BASAK; SARKAR, 2017). Os minerais com o maior teor de potássio e normalmente utilizados para a fabricação de fertilizantes são silvita, silvinita, carnalita e langbeinita (DIAS; FERNANDES, 2006; COSTA; SILVA, 2012; BASAK; SARKAR, 2017).

Na produção agrícola, o cloreto de potássio é a opção mais utilizada, visto que possui uma alta concentração do elemento e um baixo custo (DIAS; FERNANDES, 2006). As principais reservas de potássio encontram-se na Alemanha, Belarus, Brasil, Canadá, Chile, China, Espanha, Estados Unidos, Israel, Jordânia, Laos e Rússia. No entanto, conforme dados de 2021, aproximadamente 80% da produção mundial de potássio está concentrada em apenas quatro países, sendo eles: Canadá, Rússia, Belarus e China (U. S. GEOLOGICAL SURVEY, 2022).

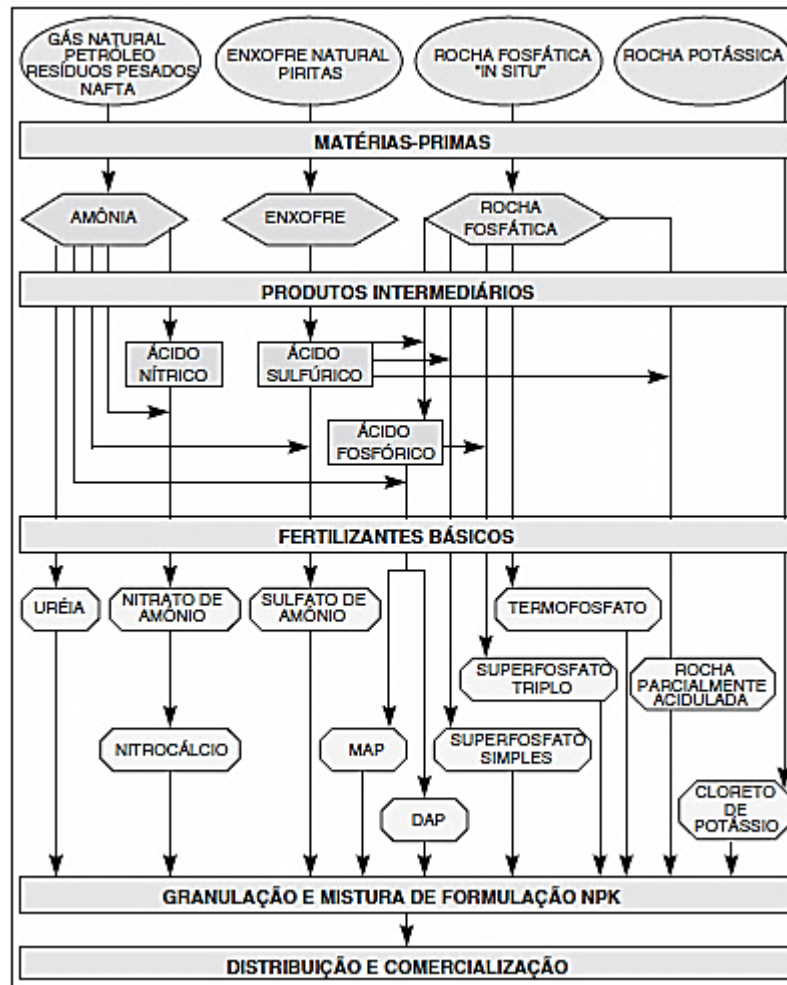
A combinação dos nutrientes nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) dá origem ao adubo composto NPK, muito utilizado pelos produtores brasileiros para suprir as principais deficiências do solo (DIAS; FERNANDES, 2006; RODRIGUES et al., 2015). Os elementos podem ser misturados nas mais diferentes proporções, de acordo com as necessidades de cada cultura (DIAS; FERNANDES, 2006).

3.2 Cadeia produtiva dos fertilizantes

A indústria de fertilizantes é heterogênea e o processo de transformação dos nutrientes (nitrogênio, fósforo e potássio) no produto final possui várias etapas (KULAIIF; FERNANDES, 2010; RANDIVE; RAUT; JAWADAND, 2021). A cadeia produtiva dos fertilizantes é formada por cinco níveis, sendo eles: matérias-primas básicas, matérias-primas intermediárias,

fertilizantes básicos, granulação e mistura dos fertilizantes (Fertilizantes NPK) e, por fim, a distribuição e comercialização ao consumidor final (DIAS; FERNANDES, 2006; COSTA; SILVA, 2012). O objetivo da cadeia é assegurar que os minerais primários e intermediários sejam fornecidos nas quantidades adequadas (RANDIVE; RAUT; JAWADAND, 2021). A figura 3 apresenta o fluxograma da produção.

Figura 3 - Cadeia produtiva dos principais produtos da indústria de fertilizantes.



Fonte: Dias e Fernandes (2006).

No primeiro elo tem-se a indústria extrativa mineral. Por meio da atividade extrativista são obtidas as matérias-primas básicas, tais como: rocha fosfática, rocha potássica, enxofre e o gás natural (DIAS; FERNANDES, 2006; KULAIF; FERNANDES, 2010; COSTA; SILVA, 2012). O segundo elo é formado pelos segmentos de Produtos Químicos Inorgânicos e o da Metalurgia de Metais Não-Ferrosos, responsáveis pela transformação da matéria-prima básica em matéria-prima intermediária (KULAIF; FERNANDES, 2010). As matérias-primas

intermediárias obtidas são o ácido sulfúrico, ácido fosfórico e a amônia anidra (KULAIF; FERNANDES, 2010; COSTA; SILVA, 2012).

A indústria de fertilizantes básicos constitui o terceiro elo da cadeia. Aqui, as matérias-primas intermediárias dão origem aos fertilizantes básicos, como a ureia, o nitrato de amônio, o sulfato de amônio, os fosfatos de amônio (MAP e DAP), o superfosfato simples (SSP), o superfosfato triplo (TSP), o termofosfato, a rocha fosfática parcialmente acidulada e o cloreto de potássio (KULAIF; FERNANDES, 2010; COSTA; SILVA, 2012). Os fertilizantes simples, embora sejam utilizados na agricultura, tem como principal destino a indústria de misturas, próximo elo (KULAIF; FERNANDES, 2010).

O quarto elo é formado pelas indústrias do segmento de Adubos e Fertilizantes, que também fazem parte da Indústria de Produtos Químicos Inorgânicos (KULAIF; FERNANDES, 2010). Os fertilizantes simples provenientes da rota nitrogenada (N), fosfatada (P) e potássica (K) são misturados e dão origem ao fertilizante NPK (DIAS; FERNANDES, 2006). Por fim, a mistura de NPK é distribuída aos compradores, o último elo dessa cadeia (DIAS; FERNANDES, 2006; COSTA; SILVA, 2012) e que podem ser os pequenos produtores rurais, as cooperativas de produtores dos mais variados portes e empresas transnacionais (KULAIF, 1999).

A distribuição mundial dos minerais utilizados na indústria de fertilizantes é influenciada por fatores geológicos, condições climáticas e características estruturais (RANDIVE; RAUT; JAWADAND, 2021). Isso afeta a concentração da produção de fertilizantes, visto que a indústria depende da disponibilidade das reservas minerais que fornecem as matérias-primas básicas (RODRIGUES et al., 2015).

Os fertilizantes simples à base de nitrogênio (ureia, nitrato de amônio e sulfato de amônio) são obtidos a partir da matéria-prima intermediária ácido nítrico. O ácido nítrico é proveniente da amônia anidra, matéria-prima básica proveniente da indústria de petróleo e gás natural (BRASIL, 2020; GLOBALFERT, 2023a). Em 2022, os maiores produtores de fertilizantes nitrogenados foram a China, que respondeu por 29,7% da produção mundial; Rússia, com 9,4%; Índia, com 7,8% e Estados Unidos, que produziu 7,5% (GLOBALFERT, 2023a). Os dados revelam grande concentração do setor, visto que os quatro países apresentados são responsáveis por 51,4% da produção mundial.

A rocha fosfática, extraída pela indústria de mineração, é a matéria-prima básica para a produção dos fertilizantes fosfatados. A combinação dessa matéria-prima com o ácido sulfúrico, ácido fosfórico e a amônia origina os principais fertilizantes fosfatados utilizados na

agricultura, sendo eles: fosfato diamônico (DAP), fosfato monoamônico (MAP), o superfosfato simples (SSP) e o superfosfato triplo (TSP) (REMY; KRAUS, 2019; GLOBALFERT, 2023a). Conforme informações de 2022, quatro países são responsáveis por 71,7% do volume total de rocha fosfática produzida mundialmente, sendo eles: China, responsável por 38,3%; Marrocos, com 18%; Estados Unidos, com 9,5% e Rússia, com a produção de 5,9% do total (GLOBALFERT, 2023a).

Os fertilizantes potássicos são obtidos a partir da mineração de rochas, como a carnalita e a silvinita, que dão origem ao cloreto de potássio e ao sulfato de potássio (REMY; KRAUS, 2019). O cloreto de potássio, principal fonte de potássio utilizada na agricultura, normalmente é encontrado em camadas sedimentares e as reservas mundiais são limitadas (COSTA; SILVA, 2012). Dados de 2022 revelam que cinco países são responsáveis por 82% da produção mundial, sendo que 40% do volume total produzido é originário do Canadá, 15% são provenientes da China, 12,5% da Rússia, 7,5% de Belarus e 7% advêm da Alemanha (GLOBALFERT, 2023a).

Além da produção, o consumo de fertilizantes também está concentrado em poucos países, visto que é influenciado diretamente pela atividade agrícola. Países onde o agronegócio apresenta um maior volume de produção precisarão de mais nutrientes para manter a produtividade e a fertilidade do solo (RODRIGUES et al., 2015).

Em 2019, os maiores consumidores de fertilizantes foram a China, com 51 milhões de toneladas; seguido por Índia, com o consumo de 31 toneladas; Estados Unidos, com 22 milhões de toneladas e Brasil, que consumiu 18 milhões de toneladas (RITCHIE; ROSER; ROSADO, 2023). Em 2020, o Brasil assumiu a terceira posição no *ranking* de países consumidores (OGINO; GASQUES, 2023).

3.3 O contexto brasileiro no mercado global de fertilizantes

O histórico da indústria nacional de fertilizantes revela que nem sempre o país manteve uma alta dependência do mercado externo para suprir a demanda dos agricultores. Kulaif e Fernandes (2010) afirmam que o desenvolvimento da indústria nacional foi pautado por mudanças institucionais e políticas. Tais transformações contribuíram para diferentes configurações assumidas ao longo do tempo.

As primeiras indústrias de fertilizantes surgiram no Brasil na década de 1940, voltadas para a comercialização da mistura de NPK. Para tanto, fertilizantes simples eram importados (DIAS; FERNANDES, 2006). Iniciou-se nesse período a exploração das rochas fosfáticas,

sendo implantadas as primeiras fábricas de produtos intermediários fosfatados. O consumo era baixo e, por isso, a produção nacional ainda era pequena e o volume importado não era preocupante (KULAIF; FERNANDES, 2010).

Em 1966, foi adotada pelo governo uma política de crédito com o objetivo de incrementar o uso dos fertilizantes (MALAVOLTA; CRUZ; MORAIS, 1973). O Fundo de Estímulo Financeiro ao Uso de Fertilizantes e Suplementos Minerais (FUNFERTIL) oferecia crédito a taxa de juros nominais zero (NELSON; MEYER, 1973). Inicialmente, o Governo Federal absorvia os juros que eram devidos pelo agricultor ao fornecedor, sendo o fornecedor pago integralmente pelas agências bancárias oficiais ou privadas. Após a comercialização dos produtos, o agricultor então reembolsaria o Governo Federal. Estima-se que, em 1968, 40% do uso nacional de fertilizantes tenha sido financiado pelo FUNFERTIL (NELSON; MEYER, 1973).

Em 1970, o FUNFERTIL foi substituído pelo FUNDAG (Fundo Especial de Desenvolvimento Agrícola), que oferecia taxas de juros nominais concessionais de 7% ao ano para a compra de fatores de produção modernos, tais como fertilizantes (NELSON; MEYER, 1973). Esta taxa estava abaixo do índice de desvalorização da moeda (MALAVOLTA; CRUZ; MORAIS, 1973). O resultado da política adotada no período foi a acentuada expansão no consumo de fertilizantes, que triplicou entre 1966 e 1970 (NELSON, 1971; NELSON; MEYER, 1973).

Entre 1967 e 1973, juntamente com os incentivos ao consumo de fertilizantes, também foram observados investimentos para o incremento da capacidade produtiva das matérias-primas de produtos intermediários (KULAIF; FERNANDES, 2010). Com a consolidação do crédito agrícola subsidiado ao produtor rural, o consumo de fertilizantes aumentou consideravelmente, com o alcance de 900 mil toneladas/ano (KULAIF, 1999). Nessa época, mesmo com o crescimento da produção nacional o mercado interno não era capaz de atender a demanda, sendo necessário recorrer às importações (KULAIF, 1999; KULAIF; FERNANDES, 2010).

Com o aumento observado na demanda por fertilizantes, o governo federal decide incentivar a produção nacional a partir da implementação do I Programa Nacional de Fertilizantes e Calcário Agrícola (I PNFA) (DIAS; FERNANDES, 2006; GOMES; MATUSHIMA; CHAGAS, 2017). O programa, que durou entre 1974 e 1980, fazia parte do II Plano Nacional de Desenvolvimento (II PND) (DIAS; FERNANDES, 2006).

Na parte industrial, o II PND tinha como objetivo principal o desenvolvimento das indústrias de eletrônicos, bens de capital e de insumos básicos (KULAIF, 1999). O I PNFCFA, mais especificamente, possuía como foco o desenvolvimento da indústria nacional de fertilizantes e calcário agrícola, com o objetivo de substituir as importações para a indústria de fertilizantes. Por meio desse programa, foram instalados no país vários complexos industriais (DIAS; FERNANDES, 2006; KULAIF; FERNANDES, 2010), sendo eles destinados para a produção de “matérias-primas básicas (principalmente rocha fosfática e amônia); intermediários (ácidos sulfúrico, fosfórico e nítrico); fertilizantes simples (nitrogenados, fosfatados e potássicos) e formulações NPK” (KRONENBERGER; ALBUQUERQUE, 2000, p. 153).

Apesar do país não ter alcançado a autossuficiência com o I PNFCFA, a dependência externa diminuiu consideravelmente. Em 1974, 56% do consumo nacional era de fertilizantes importados. Em 1979 essa participação caiu para 26% (KULAIF, 1999).

Entre 1980 e 1988 houve a consolidação da indústria nacional de fertilizantes (KULAIF, 1999). Em 1987 foi lançado o II Programa Nacional de Fertilizantes e Calcário Agrícola (II PNFCFA), que durou até 1995. Por meio desse programa foram realizadas instalações de novas indústrias e a ampliação da capacidade produtiva de rocha fosfática em unidades já instaladas e em funcionamento (DIAS; FERNANDES, 2006; FERNANDES; GUIMARÃES; MATHEUS, 2009).

Com os investimentos realizados o Brasil alcançou a autossuficiência em parte do segmento dos fertilizantes fosfatados (KULAIF, 1999). No entanto, as importações mantiveram-se parcialmente para atender as demandas dos fertilizantes nitrogenados e quase que em totalidade para suprir a necessidade dos fertilizantes potássicos (KULAIF; FERNANDES, 2010).

Em 1988 foram registradas as primeiras medidas para liberalização do mercado nacional, o que contribuiu para a simplificar a importação de matérias-primas e fertilizantes simples (KULAIF, 1999). Entre 1989 e 1995 o setor foi influenciado pelas mudanças econômicas ocorridas no país, que promoveram a internacionalização dos mercados e a privatização das empresas de matérias-primas (KULAIF; FERNANDES, 2010).

Entre 1992 e 1994, as indústrias de fertilizantes estatais foram privatizadas. Foram realizados cinco leilões, sendo para a venda de participações minoritárias nas empresas Indag e Arafertil, e para a venda de controle acionário das empresas Fosfertil, Goiásfertil e Ultrafertil (DIAS; FERNANDES, 2006; FERNANDES; GUIMARÃES; MATHEUS, 2009). Em seguida,

foi criada a Fertifós, *holding* formada por sete empresas (IAP, Manah, Solorríco, Fertibrás, Fertiza e Takenaka/Ouro Verde) para controlar duas centrais fornecedoras de matérias-primas (básicas e intermediárias) e fertilizantes básicos (SAAB; PAULA, 2008; FERNANDES; GUIMARÃES; MATHEUS, 2009). Tais centrais eram a Ultrafertil, responsável pelos fertilizantes nitrogenados e a Fosfertil, focada nos fertilizantes fosfatados. Juntas, essas empresas adotaram a identidade corporativa Fosfertil (DIAS; FERNANDES, 2006; FERNANDES; GUIMARÃES; MATHEUS, 2009).

As privatizações das indústrias de fertilizantes contribuíram para um grande movimento de fusões e aquisições, o que resultou em uma forte concentração do setor e na presença maciça de corporações multinacionais no país (GOMES; MATUSHIMA; CHAGAS, 2017). A “lógica de atuação global das empresas multinacionais do setor”, juntamente com a escassez de matérias-primas no país, cooperaram para que a demanda crescente do setor agrícola fosse suprida pelas importações (DIAS; FERNANDES, 2006, p. 135), o que manteve a dependência externa no mercado de fertilizantes.

A concentração das indústrias, combinada com a dependência externa influenciou negativamente a produção e a competitividade dos fertilizantes brasileiros (BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL - BNDES, 2010). Como o poder econômico estava concentrado em poucas empresas fornecedoras, a competitividade existente entre produtos nacionais e importados não foi capaz de gerar benefícios esperados, tais como a modernização e a eficiência. Desse modo, a falta de competitividade no cenário nacional limitou o desenvolvimento da indústria e da produção interna de fertilizantes (BRASIL, 2020).

Atualmente, duas indústrias produzem fertilizantes nitrogenados no Brasil: a Yara, que fabrica nitrato de amônio e amônia, e a Unigel, produtora de sulfato de amônio e ureia. No que se refere aos fertilizantes fosfatados e à rocha fosfática, o mercado é abastecido por oito principais empresas nacionais. Entre elas, a Yara, Timac Agro, Cibra e Itafos produzem fertilizantes fosfatados; a Eurochem, que atua na produção de rocha fosfática; e a Mosaic, Galvani e CMOC, que são responsáveis tanto pelos fertilizantes fosfatados quanto pela rocha fosfática. Além disso, a Mosaic opera a única mina nacional dedicada à extração de cloreto de potássio, matéria-prima essencial para a fabricação de fertilizantes potássicos (GLOBALFERT, 2023a).

Por fim, há cerca de 1.050 empresas fabricantes de fertilizantes NPK, também conhecidas como misturadoras. Entre as principais misturadoras nacionais estão Mosaic, Fertipar e Yara, que, juntas, detêm 55% do *market share* (GLOBALFERT, 2023a).

Um estudo realizado pela Secretaria Especial de Assuntos Estratégicos, ligada ao Governo Federal, revelou que 76% dos fertilizantes nitrogenados, 55% dos fertilizantes fosfatados e 94% dos fertilizantes potássicos utilizados pelos agricultores brasileiros são importados (BRASIL, 2020).

Em 2022, foram importadas 11,03 milhões de toneladas de fertilizantes à base de nitrogênio (GLOBALFERT, 2023a). A produção dos fertilizantes nitrogenados pela indústria nacional se manteve estável nas últimas décadas, mesmo diante do crescimento do consumo (COSTA; SILVA, 2012; RODRIGUES et al., 2015). Dessa forma, as empresas nacionais deixaram de atender cerca de 40% do mercado interno no início dos anos 2000 (COSTA; SILVA, 2012), para atender somente 24% da demanda atual (BRASIL, 2020).

Os principais exportadores de fertilizantes nitrogenados para o Brasil, conforme dados de 2022, são a China, com 31,3% do volume total importado pelo país; seguido da Rússia, com 15,5%; Omã, com 13,2%; Catar, com 11,9% e Nigéria, que exportou 10% do volume total (GLOBALFERT, 2023a).

Em 2022, foram importados 7,08 milhões de toneladas de fertilizantes à base de fósforo (GLOBALFERT, 2023a). O cenário dos fertilizantes fosfatados é o que apresenta uma situação mais favorável para o Brasil (COSTA; SILVA, 2012). Isso se dá pelo fato de o país ser um dos principais produtores mundiais do produto. No entanto, como também apresenta um consumo elevado, os produtores brasileiros precisam recorrer ao mercado externo para suprir a demanda (RODRIGUES et al., 2015). A indústria nacional consegue atender somente 45% da demanda por fertilizantes fosfatados (BRASIL, 2020).

Em 2022, os principais exportadores de fertilizantes fosfatados para o Brasil foram: Rússia, que exportou 26,6% do volume total; Marrocos, com 19,2%; Egito, com 17,1%; Arábia Saudita, com 11,0%; China, com 7,4% e Israel, com participação de 7,2% no total (GLOBALFERT, 2023a).

Atualmente, a dependência externa para suprir a demanda por fertilizantes potássicos é a mais preocupante para o Brasil. Estima-se que a indústria nacional atenda somente cerca de 5% do mercado interno (BRASIL, 2023a). Apesar do país contar com grandes reservas desse mineral, a exploração das jazidas não é economicamente viável ou pode gerar riscos ambientais (COSTA; SILVA, 2012).

Em 2022, foram importadas 11,2 milhões de toneladas de cloreto de potássio. Os principais exportadores foram: Canadá, com 38,6% do volume total; Rússia, com 27,8%; Alemanha, com 11,1%; Israel, com 9,8% e Belarus, que exportou 8,7% do volume total. Já o volume importado de sulfato de potássio foi 54,1 mil toneladas, em 2022. As principais origens do mineral foram o Egito, com 32,7% do volume total; Bélgica, com 29,2% e Alemanha, com 25,1% (GLOBALFERT, 2023a).

Deve-se ressaltar que o consumo de fertilizantes pelos agricultores brasileiros depende de fatores como: preço percebido (renda), preço relativo (relação de troca), política agrícola (crédito de custeio e preços mínimos, por exemplo), expectativa de preços futuros, bem como a evolução tecnológica no agronegócio (BRASIL, 2020).

3.4 Os impactos da pandemia de Covid-19 e a Guerra entre Rússia e Ucrânia no mercado internacional de fertilizantes

Nos últimos anos, dois grandes eventos impactaram as cadeias produtivas de alimentos, bem como o mercado mundial de fertilizantes: a pandemia de Covid-19 e o conflito entre Rússia e Ucrânia. Ambos os acontecimentos contribuíram para a volatilidade dos preços das matérias-primas, para a inflação dos preços dos alimentos e por transtornos no fornecimento de mercadorias (WORLD BANK GROUP, 2022).

No início da pandemia de Covid-19, em 2020, as preocupações em relação ao setor agrícola estavam centradas em como os desdobramentos do cenário de restrições instalado afetaria a produção e a qualidade dos alimentos. A fertilidade do solo, a disponibilidade de fertilizantes, os cronogramas de semeadura e colheita, a susceptibilidade a pragas e/ou doenças, bem como a disponibilidade da água foram apontados como os fatores que sofreriam os maiores impactos (SELEIMAN et al., 2020).

A pesquisa de Mutegi et al. (2024), realizada em agosto de 2021 com pequenos produtores do Quênia, evidenciou que os principais desafios enfrentados pelos agricultores durante o período de quarentena foram os aumentos significativos nos custos de produção, dificuldades de acesso a fertilizantes e defensivos agrícolas, a falta de fornecimento de sementes, o aumento nos custos de mão-de-obra e a queda nos preços de mercado dos produtos agrícolas. Entre os agricultores entrevistados para o trabalho, a aplicação de estrume em substituição aos fertilizantes aumentou em 33%. A utilização do estrume durante a quarentena foi uma alternativa para que os produtores minimizassem os custos dos fertilizantes e

complementassem a quantidade de adubo necessária, visto que foi percebido um limitado acesso a estes insumos. Já as despesas relacionadas com a produção tiveram incremento de 129%.

Com o fechamento das fábricas e do comércio, ocasionado pelo isolamento social durante a quarentena, os fluxos comerciais também foram afetados e a logística para a entrega dos fertilizantes ficou comprometida (BRASIL, 2023a), sendo notada a falta de contêineres, demora no desembarço alfandegário e aumento nos preços das *commodities* (GLOBALFERT, 2022).

Em fevereiro de 2022, antes mesmo que o setor produtivo de alimentos se recuperasse dos efeitos causados pela pandemia de Covid-19, a Rússia invadiu a Ucrânia, o que gerou inúmeras incertezas quanto à manutenção da segurança alimentar, visto que ambos os países possuem elevada representatividade no mercado agroalimentar global (IBENDAHL, 2022; GLAUBER; LABORDE DEBUCQUET, 2023).

À época da eclosão do conflito, Rússia e Ucrânia figuravam como grandes exportadores de cereais e sementes de oleaginosas, tais como trigo, cevada, sementes de girassol e de milho. A Ucrânia ainda era responsável pelo abastecimento de 50% do mercado global de óleo de semente de girassol. A Rússia também se portava como grande fornecedora de fertilizantes, tendo sido responsável por 15% do suprimento global de fertilizantes nitrogenados e 17% dos fertilizantes potássicos (GLAUBER; LABORDE DEBUCQUET, 2023).

A guerra contribuiu para um grande aumento nos preços dos fertilizantes, que já apresentavam alta desde o desencadeamento da pandemia de Covid-19. Desde o início do conflito, foram identificados o aumento do preço das matérias-primas, a elevação nos custos de transporte e a queda acentuada nas exportações de Belarus (grande produtor de fertilizantes potássicos). Tais fatores foram ocasionados, principalmente, pela imposição de sanções econômicas aos países envolvidos na guerra (HEBE BRAND; GLAUBER, 2023; LIN et al., 2023). A eclosão do confronto entre Rússia e Ucrânia gerou grandes incertezas quanto à capacidade dos países produtores de alimentos em atenderem suas demandas internas por fertilizantes, dentre eles o Brasil.

A pandemia de Covid-19 e a Guerra entre Rússia e Ucrânia ressaltaram o risco de ser altamente dependente do mercado externo para suprir a necessidade de produtos essenciais, como os fertilizantes (BRASIL, 2023a), sendo observado que fatores externos capazes de afetar o fluxo das importações constituem uma ameaça real a agricultura brasileira.

4. ASPECTOS METODOLÓGICOS

Nesta seção são apresentados os procedimentos metodológicos para a realização desta pesquisa, sendo detalhada a técnica estatística empregada, a amostra e a origem dos dados utilizados, a forma como os dados foram analisados e os modelos construídos.

4.1 Modelo Autorregressivo Integrado e de Médias Móveis (ARIMA)

Uma série temporal pode ser definida com um “conjunto de observações ordenadas no tempo” (MORETTIN; TOLOI, 1981, p. 1) e que, normalmente, sofrem alterações monótonas, como o crescimento a uma taxa fixa (MEHROTHRA; MOHAN; HUANG, 2017). As séries temporais são analisadas para determinar o mecanismo gerador da série, realizar previsões, descrever o seu comportamento (verificar a existência de tendências, observar se há variações sazonais, construir gráficos, histogramas e diagramas de dispersão, por exemplo), além de identificar periodicidade nos dados (MORETTIN; TOLOI, 1981). As abordagens estatísticas também podem ser empregadas para analisar ciclos e tendências de longo prazo, bem como identificar a ocorrência de anomalias (MEHROTHRA; MOHAN; HUANG, 2017).

As anomalias ou *outliers* são comuns em séries temporais e caracterizam-se como observações extremas que desviam do padrão geral da amostra (AKPAN; MOFFAT, 2019) ou quebras que distorcem um comportamento esperado (UROOJ; ASGHAR, 2017). Eventos não repetitivos, tais como mudanças políticas e econômicas, ocorrência de catástrofes ou adoção de novas regulamentações podem ser mencionados como fatores influenciadores das séries temporais (CHEN; LIU, 1993) e que podem ocasionar a presença de *outliers*.

Os *outliers* podem assumir formas diferentes nas séries temporais (HASAN, 2019), sendo normalmente encontradas anomalias que denotam valores discrepantes ou mudanças estruturais nas séries (TSAY, 1986). Os principais tipos de *outliers* identificados são: o *Additive Outlier* (AO), o *Temporary Change* (TC) e o *Level Shift* (LS) (FOX, 1972; TSAY, 1986; LEDOLTER, 1989; CHEN; TIAO, 1990; CHEN; LIU, 1993; TRÍVEZ, 1995; AKPAN; MOFFAT, 2019).

O *Additive Outlier* (AO) consiste em um evento que afeta uma única observação, sendo observado um valor acima ou abaixo do esperado. Trata-se de uma mudança exógena que afeta a série somente no ponto em que ocorre (LIU; HUDAK, 1992; UROOJ; ASGHAR, 2017; HASAN, 2019). O *Temporary Change* (TC) é um evento que provoca um impacto inicial na

série, sendo observado que os valores discrepantes diminuem exponencialmente, conforme algum fator de amortecimento (LIU; HUDAK, 1992; CHEN; LIU, 1993; TRÍVEZ, 1995; HASAN, 2019). O *Level Shift* (LS) é um evento que afeta a série em um determinado momento e este efeito torna-se permanente, ou seja, a mudança de nível ocorrida se mantém ao longo do tempo (CHEN; TIAO, 1990; LIU; HUDAK, 1992; TRÍVEZ, 1995; HASAN, 2019).

O Modelo Autorregressivo Integrado e de Médias Móveis (ARIMA) é utilizado para prever, controlar e compreender as estruturas de uma série temporal. Além disso, é comumente utilizado para a detecção de valores discrepantes e o ajustamento de seus efeitos (LIU; HUDAK, 1992).

Um modelo ARIMA que considere uma tendência ao longo do tempo possui ordem pdq , sendo p o número de observações de defasagem no modelo, d o número de vezes que as observações brutas são diferenciadas e q , que representa o tamanho da janela da média móvel. Esse modelo pode ser formalizado pela seguinte equação:

$$\phi(B)(1 - B)^d Y_t = \theta(B)\alpha_t \quad 1$$

Em que:

$\phi(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p$ o polinômio autorregressivo de ordem p ;

$\theta(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q$ o polinômio de médias móveis de ordem q ;

B o operador de defasagem, em que $B^j Y_t = Y_{t-j}$ e d a ordem da diferença necessária para que a série seja estacionária, com a retirada da sua tendência.

Uma série temporal com múltiplos *outliers* pode ser expressa da seguinte forma:

$$y_t^* = \sum_{j=1}^k \xi_j(B) \omega_j I_t^{(\tau j)} + y_t \quad 2$$

Onde:

y_t^* é a série com *outliers* observada;

y_t consiste no processo ARIMA;

ω_j é o impacto inicial do *outlier* no tempo $t = \tau j$;

$I_t^{(\tau j)}$ é uma variável indicadora que assume o valor 1, quando $t = \tau j$, e valor 0 caso o contrário;

$\xi_j(B)$ determina a dinâmica do *outlier* que ocorre em $t = \tau j$, conforme o seguinte esquema:

AO: $\xi_j(B) = 1$,

LS: $\xi_j(B) = 1/(1 - B)$,

TC: $\xi_j(B) = 1/(1 - \delta B)$, $0 < \delta < 1$

IO: $\xi_j(B) = \theta(B)/\phi(B)$.

4.2 Amostra e origem dos dados

Para verificar quais fatores podem impactar o fluxo de importações de fertilizantes para o Brasil, primeiramente os tipos de adubos foram separados em categorias, respeitando-se o Sistema Harmonizado de Descrição e Codificação de Mercadorias (SH). O SH consiste em um sistema de classificação de mercadorias criado pela Organização Mundial de Alfândegas (OMA), com o intuito de padronizar e identificar, a partir de códigos numéricos, determinados produtos comercializados no mercado internacional (WORLD CUSTOMS ORGANIZATION, 2024a).

O SH está organizado em uma lista ordenada de posições e subposições, com 21 seções, 96 capítulos e mais de 1.200 posições e suas subdivisões. Cada título possui um código de quatro dígitos que indica o capítulo ao qual pertence (identificados pelos dois primeiros números) e a posição no capítulo (os dois últimos números). A maior parte dos títulos ainda são subdivididos em dois ou mais subtítulos e, quando se faz necessário, esses subtítulos também recebem subdivisões, sendo formado um código geral de seis dígitos. Atualmente, o SH abrange mais de 5.600 grupos de mercadorias (WORLD CUSTOMS ORGANIZATION, 2024b).

No SH, os fertilizantes fazem parte da seção VI, que é destinada aos Produtos das Indústrias Químicas ou das Indústrias Conexas, sendo o capítulo 31 destinado para todos os tipos de adubos categorizados pelo sistema (WORLD CUSTOMS ORGANIZATION, 2024c). O capítulo 31 possui cinco posições, sendo elas: 3101, que agrupa os fertilizantes de origem animal ou vegetal; 3102, que agrega fertilizantes minerais ou químicos nitrogenados; 3103, destinado aos fertilizantes minerais ou químicos fosfatados; 3104, que reúne os fertilizantes minerais ou químicos potássicos; e a posição 3105, destinados aos fertilizantes que possuam dois ou três elementos dentre o nitrogênio, fósforo e potássio. As posições ainda possuem subposições que identificam, mais precisamente, a matéria-prima utilizada para a fabricação dos fertilizantes (BRASIL, 2024a).

Para esta pesquisa, optou-se por utilizar como filtro a posição de quatro dígitos do SH, sendo identificada como SH4. Desta forma, seriam reunidas em apenas um só código todas as

fontes utilizadas para a obtenção dos fertilizantes. Também decidiu-se pesquisar somente os códigos 3102 (fertilizantes nitrogenados), 3103 (fertilizantes fosfatados), 3104 (fertilizantes potássicos) e 3105 (misturas ou formulações de fertilizantes, popularmente chamados de NPK). O código 3101 não foi contemplado por abranger fertilizantes animais e vegetais, que não são o foco deste trabalho (BRASIL, 2024a).

Após definido o escopo de pesquisa, procedeu-se com a busca dos dados na plataforma Comex Stat. A plataforma Comex Stat, localizada no portal do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços, reúne informações sobre as importações e exportações brasileiras. Para a coleta foram acessados os dados de Exportação e Importação Geral, sendo selecionado como filtro a Posição SH4 e, posteriormente, adicionados os códigos referentes a cada categoria de fertilizante estudada. O quadro 1 apresenta um resumo dos códigos selecionados na plataforma Comex Stat (BRASIL, 2024a).

Quadro 1 – Descrição dos códigos da Posição SH4 na plataforma Comex Stat

Posição	Descrição no Comex Stat
3102	Aubos (fertilizantes) minerais ou químicos, azotados
3103	Aubos (fertilizantes) minerais ou químicos, fosfatados
3104	Aubos (fertilizantes) minerais ou químicos, potássicos
3105	Aubos (fertilizantes) minerais ou químicos, contendo dois ou três dos seguintes elementos fertilizantes: azoto (nitrogênio), fósforo e potássio; outros aubos (fertilizantes); produtos do presente capítulo apresentados em tabletes ou formas semelhantes.

Fonte: Fonte: elaborado pela autora a partir de dados de Brasil (2024a).

Decidiu-se selecionar os países para a amostra conforme o *ranking* de importações nacionais de fertilizantes de 2019, disponibilizado pela plataforma Comex Stat. Ou seja, foram consultados no Comex Stat os maiores exportadores de cada categoria de fertilizantes para o Brasil em 2019, sendo os cinco primeiros em cada código SH4 selecionado para a análise. Deste modo, foi possível estabelecer quais nações eram as principais exportadoras de fertilizantes para o Brasil antes da pandemia de Covid-19 e da guerra entre Rússia e Ucrânia, dois eventos que influenciaram a cadeia global de fornecimento de fertilizantes, além de promoverem discussões de ações para mitigar a vulnerabilidade brasileira quanto ao mercado externo. O quadro 2 apresenta os países selecionados para cada categoria.

Quadro 2 – Países seleccionados para a amostra conforme *ranking* de importações em 2019.

Posição	Nitrogenados (3102)	Fosfatados (3103)	Potássicos (3104)	Contenham dois ou três elementos (3105)
1	Rússia	Egito	Canadá	Estados Unidos
2	China	Israel	Rússia	Rússia
3	Catar	Marrocos	Belarus	Marrocos
4	Argélia	China	Alemanha	Arábia Saudita
5	Holanda	Espanha	Israel	China

Fonte: elaborado pela autora a partir de dados de Brasil (2024a).

Posteriormente, foram consultadas as importações anuais para cada país disponibilizadas pela plataforma. Também foram consultadas as importações totais para cada elemento (nitrogênio, fósforo, potássio e fertilizantes que contenham dois ou três elementos). Por fim, procedeu-se o *download* dos dados, que foram organizados com o auxílio do *software* Excel.

4.3 Análise dos dados

A análise dos dados foi realizada por meio do programa *Time Series Regression with ARIMA Noise, Missing Observations and Outliers* (TRAMO). Com o TRAMO é possível realizar estimativas, previsões e interpolações de modelos de regressão que contenham observações faltantes ou erros ARIMA (KAISER; MARAVALL, 1999). Além das observações faltantes, também são considerados como erros não estacionários (ARIMA), os valores discrepantes e outros efeitos especiais determinísticos que possam contaminar as séries temporais (MARAVALL, 2009).

De forma automática, o programa é capaz de: a) definir a necessidade de transformar os dados em logaritmo; b) testar a presença de efeitos sazonais; c) detectar três tipos de *outliers*, sendo eles *additive outlier* (AO), *temporary change* (TC) e *level shift* (LS); d) identificar e estimar por máxima verossimilhança o modelo reg-ARIMA; e) interpolar dados *missing* e, f) realizar previsões (MARAVALL, 2009). Para este trabalho, foi utilizada uma extensão do TRAMO para o *software* GRETL.

4.4 Construção e ajuste dos modelos

Para a construção e ajuste dos modelos, a extensão do TRAMO para o GRETL foi utilizada em sua configuração padrão, exceto para o parâmetro denominado como valor crítico. De acordo com Chen e Liu (1993), a escolha do valor crítico é influenciada pelo comprimento da série. Os autores recomendam que sejam testados diferentes valores críticos durante as análises para determinar qual o nível de sensibilidade adequado.

Desse modo, conforme orientado por Chen e Liu (1993), foram testados diferentes valores críticos, entre 2,1 e 3,0, sendo selecionados para os modelos finais os valores que permitiram uma melhor sensibilidade para série e que permitiram resultados que respeitassem a normalidade dos resíduos e a ausência de autocorrelação.

Os testes de normalidade e autocorrelação foram realizados para cada modelo. Quando os valores destes testes não se mostraram significativos, ajustes foram realizados nos modelos para tentar corrigi-los. Todos os modelos apresentados neste trabalho possuem os valores para os testes de normalidade e autocorrelação dentro dos parâmetros esperados, ou seja, acima de 0,1.

Também foram realizados testes para definir o *p-valor* dos regressores, da média (presente somente em alguns modelos) e dos *outliers* identificados. Foram considerados como significativos somente os *p-valores* abaixo de 0,01 (identificado com três asteriscos), 0,05 (identificado com dois asteriscos) ou 0,1 (identificado por um asterisco).

Na próxima seção são apresentados os resultados e a discussão dos modelos construídos. Primeiramente, apresenta-se as características dos modelos para cada tipo de fertilizante. Neste resultado inicial tem-se a identificação do modelo (nome do país ou total), o período de análise, o modelo ARIMA definido automaticamente pelo programa, o nível crítico selecionado, além de informar se dos dados foram transformados em logaritmo ou não.

Ao final de cada tópico, após serem discutidos individualmente cada modelo, realizou-se uma discussão geral sobre as importações de cada tipo de fertilizante, com o objetivo de relatar o cenário brasileiro no mercado de fertilizantes no período estudado, sendo ele entre os anos de 1997 e 2023.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção apresenta os resultados da pesquisa. Eles foram organizados de acordo com os tipos de adubos analisados. Neste sentido, na subseção 5.1 são apresentados os resultados da análise das séries de importações brasileiras de fertilizantes nitrogenados; na subseção 5.2 são apresentados os resultados dos fertilizantes fosfatados; na subseção 5.3 são tratados os fertilizantes potássicos; e, por fim, na subseção 5.4 são discutidos os resultados dos fertilizantes que contenham dois ou três elementos da tríade nitrogênio, potássio e fósforo.

5.1 Fertilizantes nitrogenados

Nesta seção são apresentados os resultados dos modelos para os principais exportadores de fertilizantes nitrogenados para o Brasil. De acordo com dados de 2019, Rússia, China, Catar, Argélia e Holanda constituíram as principais origens desse tipo de fertilizante.

Dentre os países citados, somente Catar e Argélia não puderam ser analisados a partir do método TRAMO. As séries temporais disponíveis para eles são muito curtas, o que prejudica a construção dos modelos. No entanto, para tais países realizou-se uma análise descritiva utilizando-se os dados disponíveis, além de gráficos gerados no *software* Excel.

As informações gerais para os modelos obtidos para os demais países e, também, para o volume total importado, são apresentadas na tabela 1.

Tabela 1 – Características dos modelos elaborados para os países exportadores de fertilizantes nitrogenados.

País	Período	Modelo	Nível Crítico	Log
Rússia	1997-2023	ARIMA (0,1,1)	2,1	Sim
China	2002-2023	ARIMA (0,1,1)	2,4	Não
Catar	2006-2023	-	-	-
Argélia	2014-2023	-	-	-
Holanda	1997-2023	ARIMA (0,1,1)	2,3	Sim
Total	1999-2023	ARIMA (2,1,1)	2,2	Sim

Fonte: elaborado pela autora a partir dos dados da pesquisa.

Nas próximas subseções serão discutidos, individualmente, os resultados para cada país e para as importações totais.

5.1.1 Rússia

Para a série temporal da Rússia o modelo identificou cinco *outliers*, sendo um *additive* (AO_2005), dois do tipo *temporary change* (TC_2007 e TC_2022) e dois *level shift* (LS_2000 e LS_1998). Os resultados são apresentados na tabela 2.

Tabela 2 – Efeito dos *outliers* sobre as importações de fertilizantes nitrogenados da Rússia (1997-2023).

Variável	Coefficiente	Erro Padrão	p-valor
MA1	-0,96190	0,053622	0,00819***
TC_2007	0,58660	0,12366	0,00011***
LS_2000	0,50157	0,13256	0,00110***
TC_2022	-0,52820	0,11572	0,00017***
AO_2005	-0,24519	0,08171	0,00682***
LS_1998	0,30917	0,15161	0,05413*
BIC	-3,3314	AIC	-20,0954

Fonte: elaborado pela autora a partir dos dados da pesquisa.

O primeiro *outlier* identificado pelo modelo foi uma mudança de nível em 1998 (LS_1998). Naquele ano, a projeção indicou que o volume importado deveria ser de 338,50 mil toneladas. No entanto, as importações reais foram de 461,13 mil toneladas. Em comparação ao ano anterior, que apresentou o volume de 310,09 mil toneladas, o aumento foi de 48,75%.

Em 2000, novamente foi identificado um *outlier* do tipo *level shift* (LS_2000). Segundo projetado pelo modelo, as importações seriam de 472,59 mil toneladas. Conforme a série real, neste ano o Brasil importou 1.063,11 mil toneladas. Em 1999, as importações foram de 574,50 mil toneladas, sendo observado, portanto, o incremento de 85,03% de um ano para o outro.

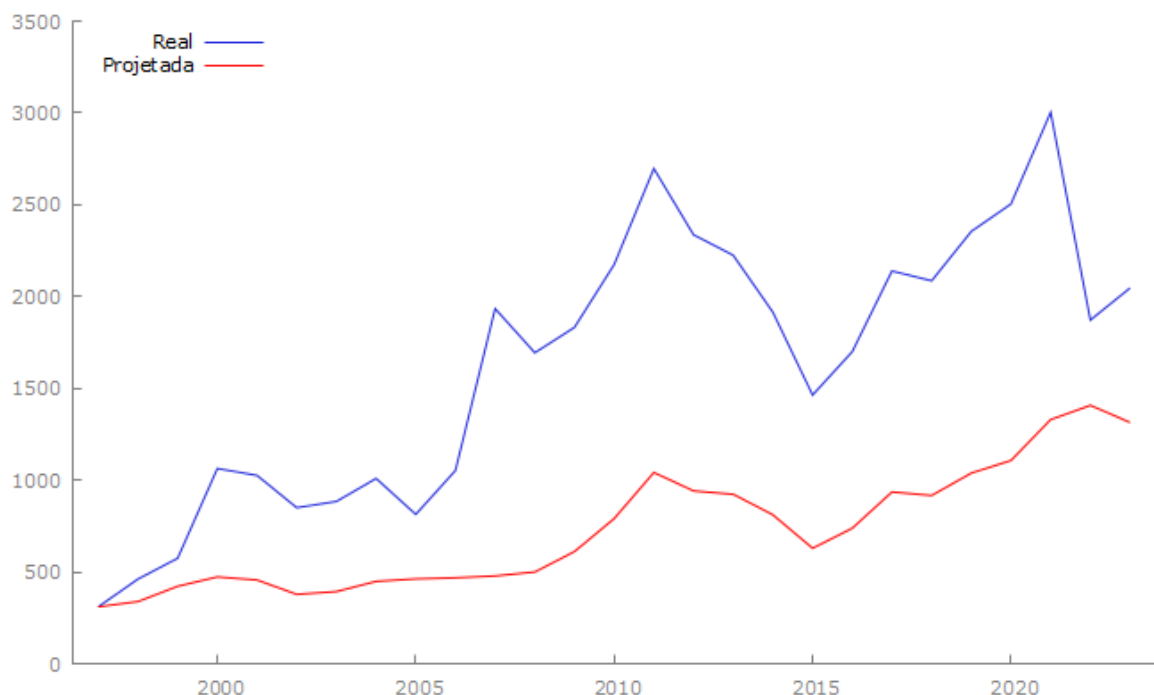
As altas consecutivas identificadas em 1998 (LS_1998) e 2000 (LS_2000) podem ser explicadas pelo aumento do consumo geral de fertilizantes no Brasil. A partir de 1998, a produção da indústria brasileira de fertilizantes tornou-se inferior ao volume importado do mercado externo. Foram produzidos no total, ou seja, considerando-se o somatório dos fertilizantes nitrogenados, fosfatados e potássicos, no referido ano, 7,40 milhões de toneladas (7.400 mil t.). Já as importações atingiram o patamar de 7,42 milhões toneladas (7.420 mil t.) (LAPIDO-LOUREIRO; NASCIMENTO, 2003).

Com relação aos fertilizantes à base de nitrogênio, especificamente, foi observado um aumento expressivo na importação de produtos nitrogenados para fertilizantes em 2000. O país saiu de 971 mil toneladas, em 1999, para 1,45 milhão de toneladas, em 2000. Esse valor representa o incremento de 50,50% no volume importado (LAPIDO-LOUREIRO; NASCIMENTO, 2003).

Em 2005, foi identificado um *additive outlier* (AO_2005). Conforme projetado, neste ano as importações seriam de 461,93 mil toneladas. No entanto, o volume importado foi de 813,18 mil toneladas. Em comparação ao ano de 2004, em que as importações chegaram a 1.008,73 mil toneladas, houve um decréscimo de 19,39%.

Na figura 4 são apresentadas a série real e projetada para o modelo. Percebe-se que mesmo com a queda registrada em 2005, a série real continua acima da série projetada. Isso se dá pelo fato de as projeções estarem abaixo dos volumes reais importados. No entanto, o modelo somente identifica as mudanças significativas ocorridas no padrão real de importações. Já no ano de 2005 nota-se a presença de um vale no gráfico.

Figura 4 - Importações de fertilizantes nitrogenados da Rússia entre 1997 e 2023.



Fonte: elaborado pela autora a partir dos dados da pesquisa.

De acordo com Amaro et al. (2005), a safra de 2004/2005 foi impactada pela queda dos preços no mercado internacional e a diminuição na lucratividade das exportações, além da seca

prolongada que influenciou a quebra na produção de grãos (principalmente milho e soja) e prejudicou a qualidade final dos produtos. Tais acontecimentos contribuíram para o endividamento e a inadimplência dos produtores rurais, que tiveram dificuldades para financiar a produção.

A descapitalização e o endividamento dos produtores brasileiros geraram uma crise que impactou negativamente a demanda de fertilizantes, sendo observado, em 2005, queda de 11,3% nas vendas em comparação ao ano de 2004 (FERREIRA; VEGRO, 2006).

Em 2004, o consumo total de fertilizantes pelos produtores brasileiros foi de 22,76 milhões de toneladas (22.760 mil t.). Em 2005, esse número caiu para 20,19 milhões de toneladas (20.190 mil t.). O consumo de nitrogênio saiu de 2,24 milhões de toneladas (2.240 mil t.), em 2004, para 2,20 milhões de toneladas (2.200 mil t.) em 2005 (YAMADA, 2007). A Rússia, principal exportadora de fertilizantes nitrogenados nesse período, conforme apresentado na tabela 3, sofreu significativamente com a queda.

Tabela 3 – Importações de fertilizantes nitrogenados pelo Brasil nos anos de 2004 e 2005.

2004		2005	
País	Volume Importado (em mil toneladas)	País	Volume Importado (em mil toneladas)
Rússia	1.008,73	Rússia	813,18
Ucrânia	913,53	Ucrânia	441,90
Estados Unidos	472,25	Estados Unidos	318,04
Bélgica	272,38	Bélgica	306,88
Belarus	249,43	Argentina	303,57

Fonte: elaborado pela autora a partir de dados de Brasil (2024a).

Apesar da queda apontada em 2005, em 2007 já é possível observar um pico na série real de importação (TC_2007). Para este ano, a projeção indicava a importação de 478,08 mil toneladas. No entanto, os números reais chegaram a 1.933,53 mil toneladas. Entre 2006 (importação de 1.052,33 mil toneladas) e 2007 houve o aumento de 83,62%. Essa mudança temporária no patamar da série em 2007 pode ser explicada pela forte demanda por fertilizantes no período. De acordo com Ferreira e Vegro (2007), fatores como a demanda pelo setor canavieiro, a antecipação das compras para a safra de verão 2007/08 e o aumento da área plantada de grãos contribuíram para o aumento no consumo de fertilizantes.

Em 2022, nota-se uma queda acentuada nas importações de fertilizantes nitrogenados (TC_2022), conforme pode ser observado na figura 4 apresentada anteriormente. Em 2021, o mercado brasileiro foi abastecido com 3.003,26 mil toneladas de fertilizantes russos. No ano seguinte, os níveis de importação caíram para 1.871,69 mil toneladas, o que representa um recuo de 38%. Conforme já discutido, mesmo com queda os valores reais continuaram acima das projeções. Para 2022, o modelo previu o volume importado de 1.407,08 mil toneladas.

A queda observada no volume importado da Rússia pode ser explicada pelas restrições impostas pelo governo para as exportações de fertilizantes e, também, pela eclosão do conflito com a Ucrânia (GLOBALFERT, 2022). No final de 2021, o governo russo iniciou um controle das exportações de fertilizantes nitrogenados e fertilizantes compostos. O controle se deu a partir da adoção de impostos para exportação, licenciamento e proibições diretas (GLAUBER; LABORDE DEBUCQUET, 2022). Em fevereiro de 2022, foram restringidas as exportações de nitrato de amônio (CANAL RURAL, 2022). Tais medidas tiveram como objetivo o controle dos preços do mercado interno e da inflação (GLOBALFERT, 2022).

Ainda em fevereiro de 2022, a Rússia declarou guerra à Ucrânia, o que contribuiu para o aumento dos preços e a redução na oferta de fertilizantes (BERNDT et al., 2022; WORLD BANK GROUP, 2022). Com a guerra, Rússia e Belarus sofreram várias sanções econômicas impostas pela União Europeia, Estados Unidos, Canadá e Japão, entre outros países (BERNDT et al., 2022; GLAUBER; LABORDE DEBUCQUET, 2022). Apesar das sanções excluirmos o setor agrícola, com o intuito de preservar a segurança alimentar, não é possível confirmar se essas penalidades influenciaram direta ou indiretamente a produção e exportação de fertilizantes (GLAUBER; LABORDE DEBUCQUET, 2022; EUROPEAN COUNCIL, 2023).

As sanções impostas à Rússia, em conjunto com a diminuição da oferta de fertilizantes nitrogenados e o aumento dos preços são fatores que ajudam a explicar a queda acentuada observada nas exportações do país para o Brasil em 2022 e a aparente retomada de patamar em seguida, no ano de 2023.

5.1.2 China

Na série da China, foram identificados dois momentos em que as importações sofreram aumentos atípicos, sendo eles em 2013 (LS_2013) e em 2022 (LS_2022). Na tabela 4 são apresentados os resultados do modelo.

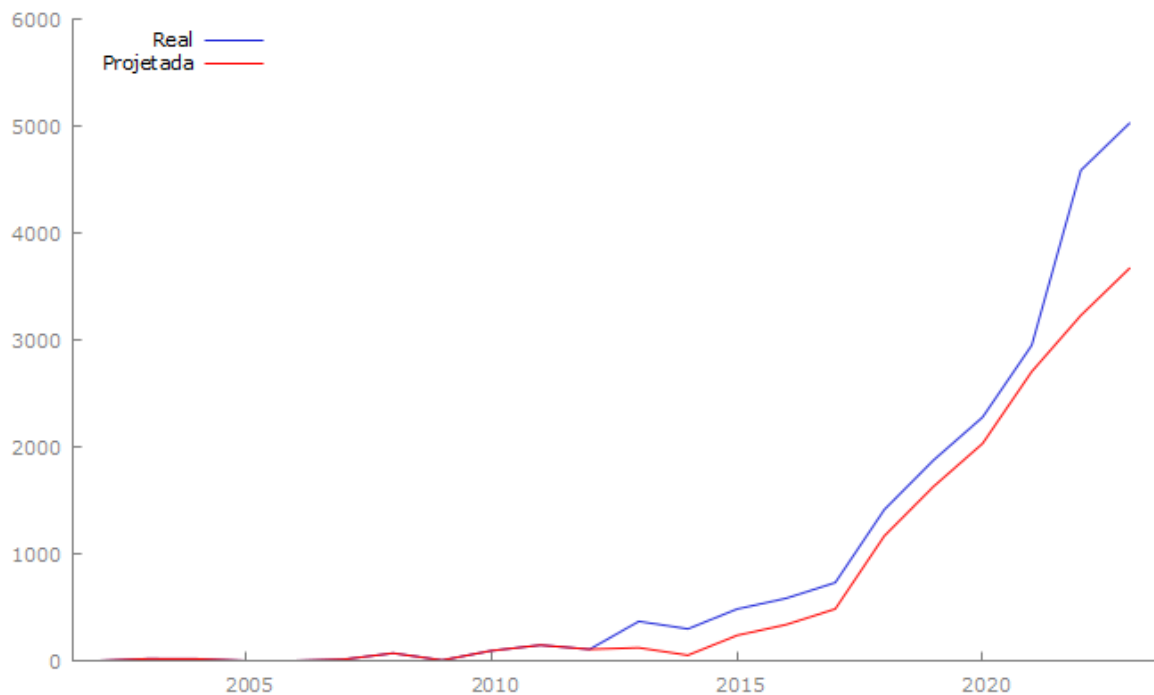
Tabela 4 – Efeito dos *outliers* sobre as importações de fertilizantes nitrogenados da China (2002-2023).

Variável	Coefficiente	Erro Padrão	p-valor
MA1	0,97119	0,052001	<0,00001****
MU	175,31	75,10465	0,03164**
LS_2022	1110,4	137,46164	<0,00001****
LS_2013	246,25	80,25804	0,00660****
BIC	10,7308	AIC	283,3096

Fonte: elaborado pela autora a partir dos dados da pesquisa.

Em 2013, conforme pode ser observado na figura 5, a série real apresenta um pico que denota uma mudança de patamar nas importações. De acordo com o projetado pelo modelo, neste ano as importações da China deveriam ter sido de 121,74 mil toneladas. No entanto, o volume real importado foi de 368 mil toneladas. No ano de 2012, o valor real de importação foi de 107,22 mil toneladas. Desse modo, foi observado o aumento de 243% no período.

Figura 5 - Importações de fertilizantes nitrogenados da China entre 2002 e 2023.



Fonte: elaborado pela autora a partir dos dados da pesquisa.

As importações totais de fertilizantes nitrogenados apresentaram um crescimento de 13,5% em 2013, com o volume de 7.005,90 mil toneladas, em comparação ao ano de 2012, que

contou com o total de 6.171,80 mil toneladas importadas. De acordo com Ferreira e Vegro (2013), a maior procura por fertilizantes nitrogenados em 2013 se deu pelo aumento na demanda por adubos para as culturas de milho e trigo, além da antecipação das compras para a safra 2013/14 e pelo aumento das áreas cultivadas. Ferreira e Vegro (2014) complementam que em 2013, as vendas de fertilizantes no Brasil aumentaram 5,2% em relação ao ano de 2012, com um volume de 31 milhões de toneladas (31.000 mil t.) comercializadas. Tal quantidade representou um recorde histórico naquele momento.

Em 2022, foi observado um novo patamar nas importações de fertilizantes nitrogenados da China (LS_2022), que saíram de 2.950,44 mil toneladas em 2021, para 4.586,36 mil toneladas, um incremento de 55%. O projetado havia previsto o volume de 3.229,75 mil toneladas para 2022.

Com a diminuição na oferta de fertilizantes provocada pela guerra entre Rússia e Ucrânia, o Brasil precisou buscar outras origens para manter os níveis de suprimentos adequados para a demanda interna (HEBE BRAND; GLAUBER, 2023; GLAUBER; LABORDE DEBUCQUET, 2022).

Para tanto, a China se mostrou como alternativa para o Brasil. Em 2020, as participações russa e chinesa nas importações brasileiras de fertilizantes nitrogenados foram de 21% e 20%, respectivamente (GLOBALFERT, 2021). Em 2021, as importações da Rússia atenderam 21,4% do mercado nacional e as da China 22,7% (GLOBALFERT, 2022). Em 2022, 31% do total de fertilizantes nitrogenados importados foram provenientes da China, enquanto os fertilizantes russos apresentaram participação de apenas 15,5%. Esse resultado mostra o crescimento da dependência brasileira pelos fertilizantes nitrogenados chineses (GLOBALFERT, 2023a).

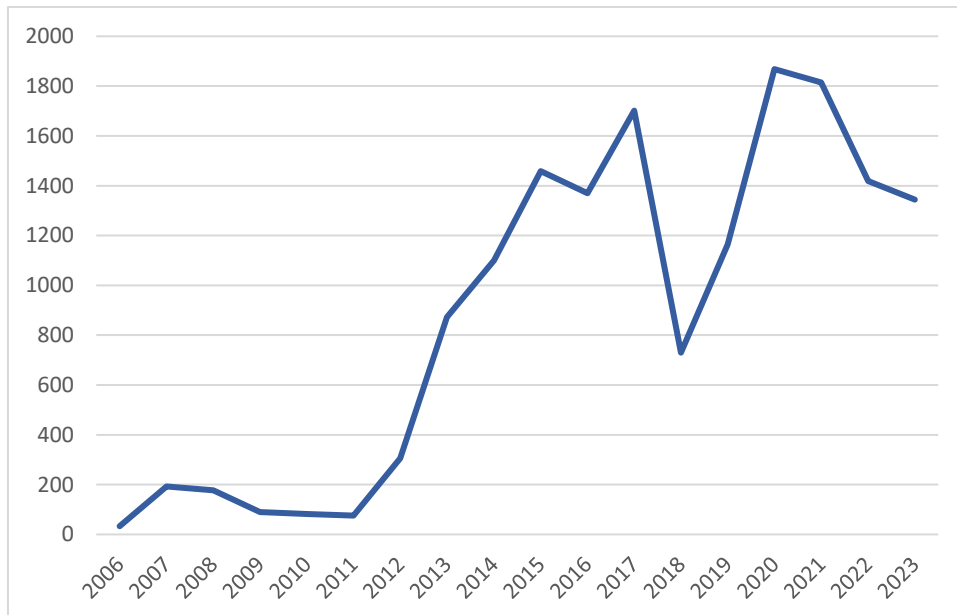
Esses valores podem explicar o surgimento do *outlier* LS_2022 e o porquê do aumento expressivo das importações de fertilizantes nitrogenados da China, o que contribuiu para que a série real tivesse uma mudança de patamar e apresentasse um pico ao final do período estudado (2002-2023).

5.1.3 Catar

Os dados de importação de fertilizantes nitrogenados do Catar no Comex Stat têm início em 2003, porém os anos de 2004 e 2005 não apresentam informações (dados *Missing*). Desse modo, a série utilizada para a presente análise começa em 2006, não sendo possível, portanto, a construção de um modelo adequado com o TRAMO. Mas para que os fluxos de importação

do país fossem analisados, optou-se por elaborar um gráfico no Excel com os valores disponíveis. O resultado é apresentado na figura 6.

Figura 6 – Importações de fertilizantes nitrogenados do Catar entre 2006 e 2023 (em mil toneladas).



Fonte: elaborado pela autora a partir de dados de Brasil (2024a).

Conforme pode-se observar, a partir de 2012 as importações do Catar começaram a crescer em um ritmo constante. Em 2015, nota-se o primeiro pico nas importações, sendo enviadas 1.459,14 mil toneladas para o Brasil. Neste ano, as importações de adubo dos países árabes atingiram o valor de US\$ 1,1 bilhão. O Catar se mostrou como o maior fornecedor, seguido por Marrocos, Arábia Saudita e Omã (COMEX DO BRASIL, 2015).

Em 2016, nota-se uma retração de 6,12% nas importações, com o volume de 1.369,77 mil toneladas. Neste ano, houve um aumento de cerca de 32% nas importações de fertilizantes de países árabes, no entanto Marrocos se mostrou como o principal fornecedor do período. Entre janeiro e novembro de 2016, a compra de adubo marroquino cresceu 35,3%, enquanto Catar sofreu a retração de 8,2% (INFOMONEY, 2016).

Em 2017, nota-se novo aumento nas importações do Catar, com 1.701,30 mil toneladas e, no ano seguinte, tem-se uma queda, o que gerou um vale no gráfico. Em 2018, o volume importado foi somente de 729,43 mil toneladas, um decréscimo de 57,14% em relação ao ano anterior. Nesse período, a participação do Catar nas importações brasileiras também apresentou queda significativa. Em 2017, 17,78% dos fertilizantes importados vieram do Catar, mas em

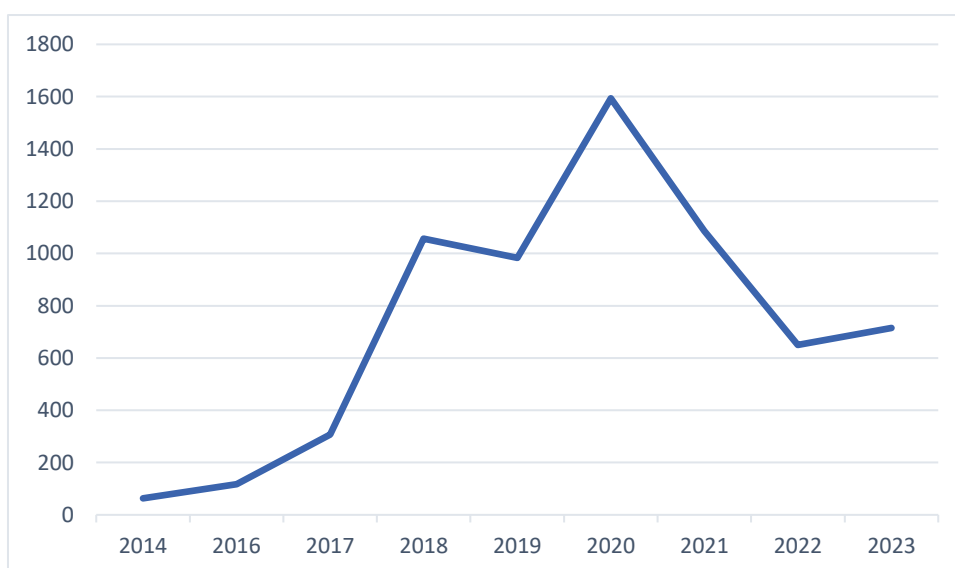
2018 esse número caiu para 7,43%. No período, a Rússia também apresentou uma ligeira queda, com retração de 1,1% (saiu de 22,35%, em 2017 para 21,25%, em 2018). Em contrapartida, a China ampliou em 6,77% a participação (saiu de 7,64%, em 2017 para 14,41%, em 2018) (BRASIL, 2024a).

Em 2020, há um novo pico no gráfico. Nesse ano, as importações atingiram o volume total de 1.868,27 mil toneladas. O Catar configurou-se como o principal fornecedor de Ureia para o Brasil, seguido por Argélia, Rússia e Irã. Em 2020, a importação total de Ureia foi de 6,8 milhões de toneladas (6.800 mil t.). Em comparação ao ano de 2019, em que foram importados 5,3 milhões de toneladas (5.300 mil t.), nota-se o aumento de 28% (BRASIL, 2024a).

5.1.4 Argélia

Os dados de importação de fertilizantes nitrogenados da Argélia disponibilizados pelo Comex Stat compreendem o período entre 2014 e 2022. Diante do baixo número de observações, optou-se por não utilizar o modelo para identificação de *outliers* em séries de tempo. No entanto, utilizando-se do *software* Excel procedeu-se com a execução do gráfico para o período disponível, conforme representado na figura 7.

Figura 7 – Importações de fertilizantes nitrogenados da Argélia entre 2014 e 2023 (em mil toneladas).



Fonte: elaborado pela autora a partir de dados de Brasil (2024a).

Em 2018, nota-se um pico na série, com o volume total importado de 1.057 mil toneladas. No ano anterior, as importações do país pelo Brasil foram de 307,55 mil toneladas, sendo verificado o aumento de 243,65% no período. A participação da Argélia nas importações brasileiras saiu de 3,21%, em 2017 para 10,77%, em 2018. Em 2020, nota-se um novo pico na série. Neste ano, as importações chegaram a 1.593,70 mil toneladas e o país foi o segundo principal fornecedor de Ureia para o Brasil. Nos anos seguintes, 2022 e 2023, as importações sofreram redução de 40,12% e 34,12%, respectivamente (BRASIL, 2024a).

5.1.5 Holanda

Foram detectados dois *outliers* na série da Holanda, sendo um *temporary change* (TC_2009) e um *level shift* (LS_2022). Os resultados são apresentados na tabela 5.

Tabela 5 – Efeito dos *outliers* sobre as importações de fertilizantes nitrogenados da Holanda (1997-2023).

Variável	Coefficiente	Erro Padrão	p-valor
MA1	-0,96190	0,053622	<0,00001***
MU	0,10607	0,00704	<0,00001***
LS_2022	-0,80353	0,20240	0,00061***
TC_2009	0,58222	0,19787	0,00735***
BIC	-2,4828	AIC	6,6635

Fonte: elaborado pela autora a partir dos dados da pesquisa.

Em 2009, houve um aumento nas importações de fertilizantes da Holanda, identificado pelo *outlier* TC_2009, o que gerou um pico na série real, conforme pode ser observado na figura 8. Conforme projetado, para esse ano era esperada a importação de 275,29 mil toneladas. No entanto, segundo a série real as importações atingiram o volume de 492,78 mil toneladas. Em comparação ao ano de 2008 (volume importado de 161 mil toneladas), o aumento foi de 206%.

Em 2022, conforme observado na figura 8, há uma mudança no padrão da série. A série projetada prevê um pico de crescimento entre os anos de 2021 e 2022, com importações de 804,30 mil toneladas e 1.188,77 mil toneladas, respectivamente. Porém, a série real mostra uma queda no padrão, que foi detectado como um *outlier level shift* (LS_2022). Em 2021, foram importadas 810,81 mil toneladas de fertilizantes nitrogenados da Holanda. Em 2022, as importações caíram para 535,27 mil toneladas, uma redução de 34%.

Figura 8 – Importações de fertilizantes nitrogenados da Holanda entre 1997 e 2023.



Fonte: elaborado pela autora a partir dos dados da pesquisa.

Em 2021, a Holanda foi apontada como uma das principais origens de importação do Sulfato de Amônio (SA), juntamente com a China (principal fornecedora com 81% das importações), Bélgica e Estados Unidos. Nesse ano, as importações totais do SA registraram um aumento de 16,7% em relação ao ano de 2020 (GLOBALFERT, 2022). Já em 2022, a China supriu 91% da demanda por SA do Brasil e o restante (9%), foi atendido por Bélgica e Estados Unidos (GLOBALFERT, 2023a).

Em 2022, a Holanda surgiu como fonte alternativa para as importações de Nitrato de Amônio (NA), visto que a Rússia havia anunciado, no final de 2021, que faria bloqueios nas exportações com o intuito de atender o mercado interno. Holanda, juntamente Estados Unidos, supriram 6% das importações brasileiras de NA em 2022, contra 94% da Rússia. No ano anterior 100% do NA importado havia sido russo. Um detalhe importante é que em 2022 o Brasil importou 54% a menos de NA no total (GLOBALFERT, 2023a), o que pode ter influenciado na queda observada na série real holandesa.

Ademais, ressalta-se que os preços praticados pelos Estados Unidos e pelos países da Europa para o NA são, em média, 31% mais caros que os preços da Rússia (GLOBALFERT, 2023a), o que pode ter desencorajado a manutenção dos patamares anteriores de importação.

Para o ano de 2023, conforme observado na figura 8, manteve-se a tendência de queda com o volume total importado de 496,55 mil toneladas de fertilizantes nitrogenados.

5.1.6 Total

Na análise da série de importação total de fertilizantes nitrogenados pelo Brasil, no período entre 1999 e 2023, foram identificados dois *outliers*, sendo um do tipo *additive* (AO_2003) e um *temporary change* (TC_2015). Os resultados são apresentados na tabela 6.

Tabela 6 – Efeito dos *outliers* sobre as importações de fertilizantes nitrogenados (1999-2023).

Variável	Coefficiente	Erro Padrão	p-valor
AR1_1	0,38780	0,15188	0,01956**
AR1_2	0,82908	0,11857	<0,00001***
MA1_1	-0,48281	0,22645	0,0464621***
MU	0,075572	0,00478	<0,00001***
AO_2003	0,35767	0,07105	0,00007***
TC_2015	-0,23246	0,05791	0,00075***
BIC	-4.2686	AIC	-38.1242

Fonte: elaborado pela autora a partir dos dados da pesquisa.

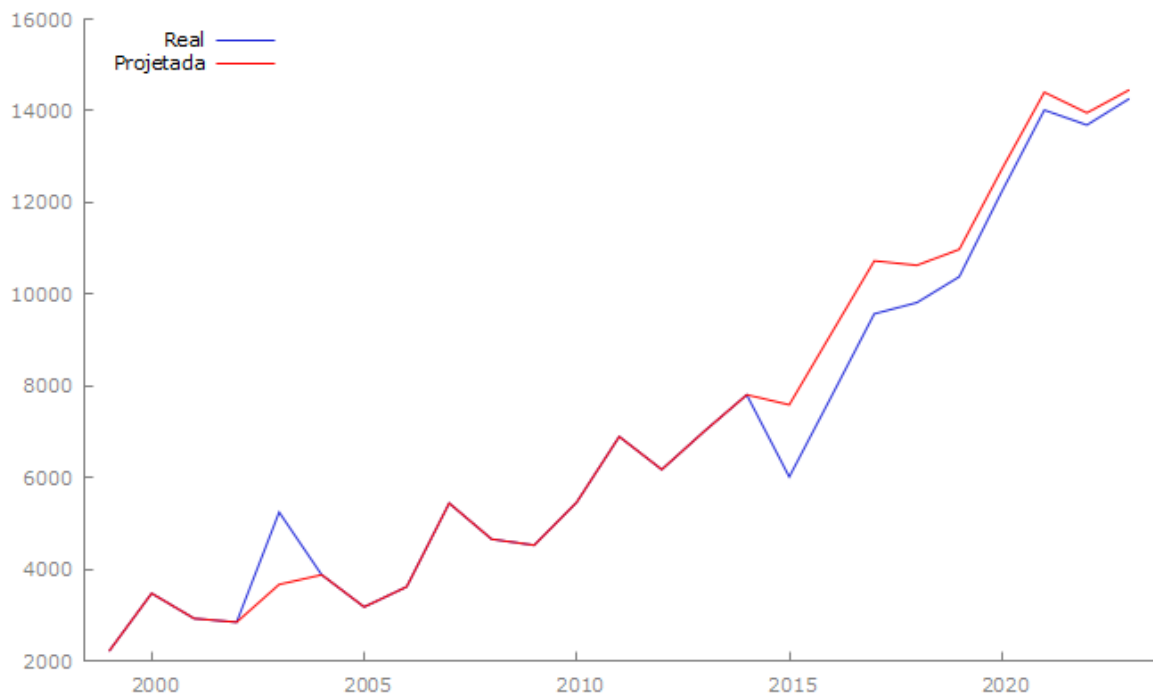
Em 2003, foi identificado um efeito adicional na série. Neste ano, segundo projetado pelo modelo, as importações seriam de 3.092,70 mil toneladas. No entanto, de acordo com a série real, as importações saltaram de 2.841,69 mil toneladas em 2002 para 5.240,85, em 2003, um incremento de 84,38%.

De acordo com Lapido-Loureiro e Nascimento (2003), entre nos anos 1990 e 2000 o consumo interno de fertilizantes em geral cresceu, em média, 7% ao ano. Para os autores, esse é um valor alto se comparado ao crescimento ocorrido em escala mundial. Segundo Dias e Fernandes (2006), entre 2000 e 2004 a entrega de fertilizantes cresceu 4,3% ao ano.

O consumo de fertilizantes nitrogenados registrado no Brasil foi de 1,6 milhão de toneladas (1.600 mil t.), em 2000 e de 2,2 milhões de toneladas (2.200 mil t.), em 2003. Em comparação a 1999, em 2000 houve o aumento de 20% no consumo e em 2003 o incremento foi de 60% (YAMADA, 2007).

Após o pico de 2003, série real e projetada voltaram a seguir o mesmo padrão. Em 2004, ainda sob o efeito do *outlier* AO_2003, o Brasil importou 3.875,53 mil toneladas de fertilizantes nitrogenados. A projeção para 2005 foi de 3.173,80 mil toneladas. Posteriormente, as séries voltam ao mesmo padrão e seguem juntas até 2015, quando é identificado um novo *outlier*. A figura 9 apresenta os fluxos de importação real e projetado pelo modelo, sendo possível observar o pico ocorrido em 2003 e a queda, em 2015.

Figura 9 – Importações totais de fertilizantes nitrogenados entre 1997 e 2023.



Fonte: elaborado pela autora a partir dos dados da pesquisa.

Em 2015, houve uma queda, sendo formado um vale na série real. Neste ano, o modelo previu importações de 7.988,90 mil toneladas. Porém as importações reais de nitrogenados foram de 6.011,28 mil toneladas, um recuo de 23% em comparação ao ano de 2014, em que as importações foram de 7.801,67 mil toneladas.

A queda observada no ano de 2015 pode ser explicada por um conjunto de fatores que desestimularam as vendas de fertilizantes e, conseqüentemente, as importações. Os fertilizantes em geral, não somente os nitrogenados, ficaram mais caros devido à valorização do dólar no período. Os produtores também enfrentaram problemas como atrasos na liberação do crédito e o aumento das taxas de juros, sendo influenciados a postergarem as compras de adubo no referido ano (FERREIRA; VEGRO, 2015; RIBEIRO, 2015).

Também deve-se ressaltar que em 2015 a indústria nacional de fertilizantes apresentou o maior nível de estoques de passagem dos últimos cinco anos. Desse modo, o excesso de estoques, juntamente com a alta dos preços e a baixa demanda contribuíram para que os níveis de importação caíssem consideravelmente (FERREIRA; VEGRO, 2015).

5.1.7 Análise sobre as importações de fertilizantes nitrogenados

Para os modelos de importação de fertilizantes nitrogenados foram identificados onze *outliers*, sendo oito no período entre 1997 e 2019 e três entre 2020 e 2023. De acordo com o modelo da Rússia, em 2022 houve uma queda de 38% nas importações de fertilizantes nitrogenados oriundas daquele país, em comparação ao ano de 2021. A Holanda também apresentou um recuo de 34% no período. Já a China, entre 2021 e 2022, obteve um aumento de 55% no volume de nitrogenados importados pelo Brasil.

Conforme pode ser observado na tabela 7, em 2019 a Rússia figurava como a principal exportadora de fertilizantes nitrogenados para o Brasil, seguido por China, Catar, Argélia e Holanda. Naquele ano, a participação da Rússia nas importações brasileiras foi de 22,7%, enquanto a China contribuiu com 18,1% das importações, Catar, com 11,2%, Argélia, com 9,5% e Holanda, com 6,5%. Os outros 32% de participação no ano foram atendidos por 42 nações (BRASIL, 2024a).

Tabela 7 – *Ranking* dos principais exportadores de fertilizantes nitrogenados para o Brasil em 2019 (em mil toneladas).

País	2019	Participação nas importações
Rússia	2.354,60	22,7%
China	1.875,54	18,1%
Catar	1.164,28	11,2%
Argélia	982,84	9,5%
Holanda	677,03	6,5%
Outros	3.324,42	32%
Total	10.378,71	100%

Fonte: elaborado pela autora a partir de dados de Brasil (2024a).

A Rússia se manteve como principal exportadora até 2021, com participação de 21,4% nas importações brasileiras, seguida por China, com 21%; Catar, com 12,9%; Omã, com 8,9% e Argélia, com 7,7%. Em 2022, ano em que teve início a guerra, os fertilizantes russos passaram a ocupar a segunda posição no *ranking* de importações, atrás da China. Esta posição se manteve em 2023, conforme pode ser observado na tabela 8 (BRASIL, 2024a).

Tabela 8 – *Ranking* dos principais exportadores de fertilizantes nitrogenados para o Brasil em 2023 (em mil toneladas).

País	2023	Participação nas importações
China	5.021,27	35,2%
Rússia	2.046,25	14,3%
Omã	1.609,42	11,3%
Catar	1.345,04	9,4%
Nigéria	1.172,85	8,2%
Outros	3.068,56	21,6%
Total	14.263,39	100%

Fonte: elaborado pela autora a partir de dados de Brasil (2024a).

O declínio das importações provenientes da Rússia coincide com dois acontecimentos importantes e que afetaram diretamente a cadeia de suprimentos: as restrições nas exportações impostas pelo governo russo e a guerra entre Rússia e Ucrânia (GLOBALFERT, 2022).

Em dezembro de 2021, o governo russo estabeleceu restrições para as exportações de fertilizantes com o intuito de controlar os preços do mercado interno e a inflação (GLOBALFERT, 2022). As exportações foram controladas a partir da imposição de impostos de exportação, licenciamento e proibições diretas. Foram estabelecidos requisitos de licenciamento para as exportações de fertilizantes à base de nitrogênio e fertilizantes compostos (GLAUBER; LABORDE DEBUCQUET, 2022). Posteriormente, em fevereiro de 2022, o país restringiu por dois meses as exportações de nitrato de amônio com o objetivo de atender o mercado interno (CANAL RURAL, 2022). Tal medida acarretou a escassez de fertilizantes nitrogenados no Brasil (GLOBALFERT, 2022).

Ainda em fevereiro de 2022, mais precisamente no dia 24, a Rússia declarou guerra à Ucrânia, o que gerou o aumento dos preços e a redução na oferta de *commodities*. Ambos os países são peças importantes no mercado agroalimentar global, sendo grandes exportadores de

fertilizantes, grãos, metais e fontes de energia não renováveis, tais como petróleo, gás natural e carvão (BERNDT et al., 2022; WORLD BANK GROUP, 2022).

Vários países impuseram sanções econômicas contra à Rússia e Belarus em resposta a sua invasão à Ucrânia. União Europeia, Estados Unidos, Canadá e Japão, entre outras nações, proibiram parcialmente o comércio de bens e serviços com empresas russas. O setor bancário e de transferências de tecnologias também sofreram restrições. Além disso, muitas empresas internacionais optaram por abandonar as operações em solo russo (BERNDT et al., 2022; GLAUBER; LABORDE DEBUCQUET, 2022).

Devido à importância da Rússia para o mercado agroalimentar internacional, sendo o país, juntamente com a Ucrânia, grande fornecedor de produtos básicos (como o trigo) e exportador de fertilizantes, as sanções pouparam o setor agrícola com o intuito de garantir a segurança alimentar (GLAUBER; LABORDE DEBUCQUET, 2022; EUROPEAN COUNCIL, 2023).

Apesar da busca por salvaguardar o setor agrícola, não é possível verificar se as sanções impostas afetaram as exportações de alimentos e fertilizantes. Isso se dá por dois principais motivos: primeiramente, há a falta de informações sobre as exportações da Rússia e Belarus. Após a invasão à Ucrânia, ambas as nações deixaram de fornecer dados comerciais para as Nações Unidas ou outros parceiros comerciais. Em segundo lugar, deve-se ressaltar que os preços das *commodities* já estavam em ascensão antes da guerra (GLAUBER; LABORDE DEBUCQUET, 2022).

Desde o final de 2020 os preços dos fertilizantes já davam sinais de aumento devido a diversos fatores, dentre eles a pandemia de Covid-19 e o aumento nos preços do gás natural e do carvão. Com a pandemia, a demanda por fertilizantes diminuiu por conta das restrições impostas para o enfrentamento do vírus. No segundo ano da pandemia, com a diminuição das restrições e do isolamento social, a colheitas se normalizaram e a recuperação das culturas em 2021 impulsionou a demanda por fertilizantes. A maior procura por fertilizantes impactou positivamente nos preços, fazendo-os subir. Somado a isso, tem-se o aumento nos preços do gás natural e do carvão, matérias-primas e fontes de energia importantes para a produção de fertilizantes, bem como reduções na capacidade produtiva² (GLAUBER; LABORDE DEBUCQUET, 2022; GLAUBER; LABORDE DEBUCQUET, 2023).

²Em março de 2022, a Yara anunciou a redução de sua capacidade produtiva nas plantas produtivas da Itália e França devido ao aumento nos preços do gás natural (REUTERS, 2022).

Desse modo, o início da guerra contribuiu para fomentar ainda mais o aumento dos preços em um cenário que já se mostrava desfavorável para os produtores. As sanções econômicas impostas à Rússia e Belarus, juntamente com as interrupções nas rotas comerciais do Mar Negro que incrementaram os custos comerciais, foram fatores que provocaram incertezas sobre as exportações de fertilizantes desses países (HEBE BRAND; LABORDE DEBUCQUET, 2022; HEBE BRAND; GLAUBER, 2023).

Devido às sanções impostas à Rússia e a diminuição da oferta de fertilizantes nitrogenados, as nações europeias recorreram aos países do Norte da África e Oriente Médio para suprirem suas demandas. Com o aumento da procura, os preços foram elevados e repassados para as demais nações consumidoras, como o Brasil. Isso culminou no aumento do custo dos fertilizantes nitrogenados no primeiro semestre de 2022 (GLOBALFERT, 2023a). Tais fatos ajudam a explicar a queda acentuada ocorrida nas importações da Rússia em 2022 e a aparente retomada de patamar em seguida, no ano de 2023.

Entre 2019 e 2023 houve um crescimento significativo nas exportações chinesas de fertilizantes nitrogenados para o Brasil, sendo verificado o incremento de 167,7%. Também foi verificado o aumento de 15,5% nas importações do Catar. Já as importações russas caíram 13% no período. Outros 40 países contribuíram, juntamente, com 21,6% das importações nacionais. Deve-se destacar que Omã e Nigéria despontaram como origens importantes para os nitrogenados importados.

Diante da escassez de fertilizantes nitrogenados ocasionado pelos desdobramentos do conflito entre Rússia e Ucrânia, muitos países precisaram buscar outras origens para garantir que suas demandas fossem supridas, dentre eles o Brasil (HEBE BRAND; GLAUBER, 2023; GLAUBER; LABORDE DEBUCQUET, 2022).

Em 2020, 21% do total de fertilizantes nitrogenados importados pelo mercado brasileiro eram provenientes da Rússia, enquanto 20% eram oriundos da China (GLOBALFERT, 2021). No ano de 2021, as importações de nitrogenados da Rússia e da China passaram para 21,4% e 22,7%, respectivamente (GLOBALFERT, 2022). Em 2022, a dependência brasileira pelos fertilizantes nitrogenados chineses tornou-se ainda maior, sendo verificado que o país foi responsável por 31,3% do total importado pelo Brasil. Em contrapartida, os fertilizantes russos tiveram participação de 15,5% no total de importações (GLOBALFERT, 2023a).

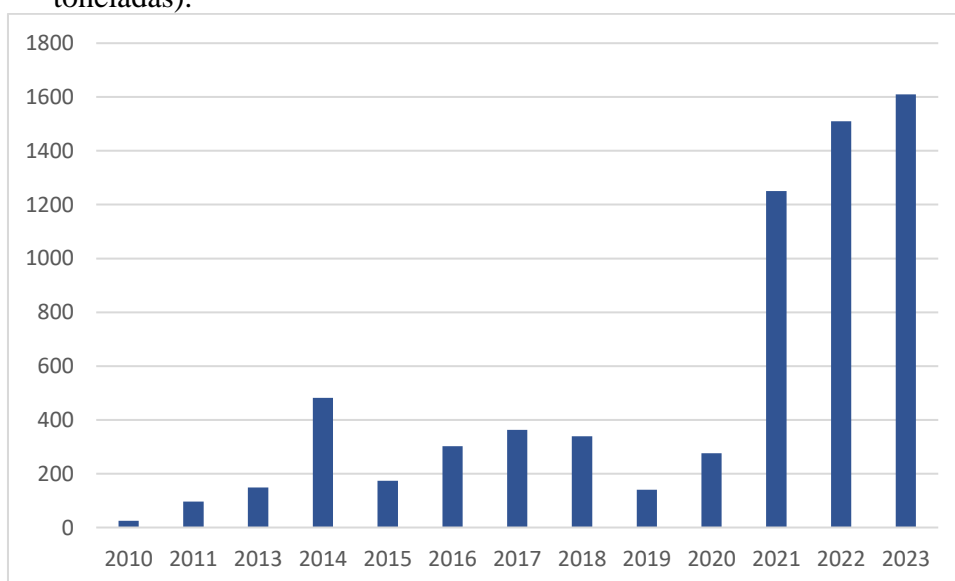
Ao analisar separadamente as importações de Ureia, Nitrato de Amônio (NA) e Sulfato de Amônio (SA), nota-se que houve uma oscilação da participação de cada um desses elementos entre os anos de 2021 e 2022. Em 2021, foram importados 7,68 milhões de toneladas (7.680

mil t.) de Ureia, 1,53 milhão de toneladas (1.530 mil t.) de NA e 3,5 milhões de toneladas (3.500 mil t.) de SA. Em 2022, as importações foram de 7,23 milhões de toneladas (7.230 mil t.) de Ureia, 707,6 mil de NA e 4,6 milhões (4.600 mil t.) de SA. Em termos percentuais, entre os anos de 2021 e 2022 as importações de Ureia e o Nitrato de Amônio tiveram queda de 5,86% e 54%, respectivamente. Já as importações de Sulfato de Amônio cresceram 31,4% (GLOBALFERT, 2022; GLOBALFERT, 2023a).

A Rússia figura como um dos maiores exportadores de Ureia para o Brasil e como o principal exportador de Nitrato de Amônio. Em 2021, 14,3% da Ureia e 100% do NA importados foram originários da Rússia. Já a China aparece como principal exportador de Sulfato de Amônio, sendo verificado que 81% do volume total importado foi proveniente dessa localidade (GLOBALFERT, 2022). Em 2022, a participação da Rússia nas importações de Ureia e NA foi de 15,20% e 94%, respectivamente. Já a China exportou 91% do SA recebido pelo Brasil (GLOBALFERT, 2023a).

Com relação à Omã, os dados disponíveis no Comex Stat, revelam que as importações de fertilizantes iniciaram-se em 2010, com 25,21 mil toneladas. Nos anos seguintes, nota-se o aumento dos volumes importados com um pico em 2014 (481,91 mil toneladas importadas). Posteriormente, há oscilações entre os anos com um aumento expressivo em 2021. Esse aumento se manteve constante nos anos seguintes, até o término da série em 2023. A figura 10 apresenta os volumes importados do país no período entre 2010 e 2023.

Figura 10 – Importações de fertilizantes nitrogenados de Omã entre 2010 e 2023 (em mil toneladas).



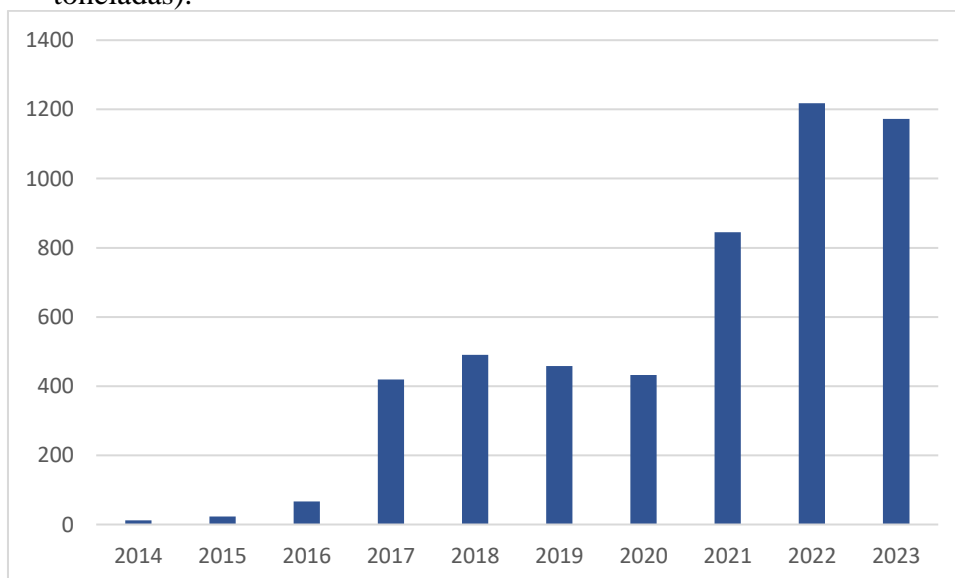
Fonte: elaborado pela autora com base nos dados de Brasil (2024a).

Em 2021, as importações de fertilizantes de Omã atingiram o volume de 1.250,21 mil toneladas. Em comparação com o ano de 2020, em que as importações foram de 276,26 mil toneladas, houve o incremento de 352,8%. Em 2022 e 2023, as importações foram de 1.510,10 mil toneladas e 1.609,42 mil toneladas, respectivamente.

A relações comerciais bilaterais entre Brasil e Omã atingiram o valor recorde em 2021 e 2022, com US\$ 2,2 bilhões. Em 2000, esse valor era de US\$ 27 milhões. O aumento nas importações de fertilizantes contribuiu para o avanço nas trocas comerciais entre os dois países. Em 2022, com a diminuição nas exportações de nitrogenados da Rússia, Omã se tornou um dos principais fornecedores de ureia granulada para o Brasil. Neste ano, as compras de fertilizantes representaram 85% do total de produtos omanis importados, com transações de US\$ 980 milhões. Em 2020, as compras de adubo movimentaram US\$ 66 milhões (BRASIL, 2023c).

Outra origem de nitrogenados que tornou-se importante para o Brasil nos últimos anos é a Nigéria. Conforme pode ser observado na figura 11, entre 2014 e 2016, os valores importados não eram significativos. A partir de 2017, o volume de importação começa a apresentar relevância, com 419,37 mil toneladas importadas. Entre 2017 e 2021 há o aumento de 101,4% nas importações, sendo verificado o volume de 844,57 mil toneladas. Em 2022 e 2023, as importações de fertilizantes nitrogenados atingiram os valores de 1.217,80 mil toneladas e 1.172,85 mil toneladas, respectivamente. Em comparação a 2017, os aumentos foram de 190,2%, em 2022 e 179,6%, em 2023.

Figura 11 – Importações de fertilizantes nitrogenados da Nigéria entre 2014 e 2023 (em mil toneladas).



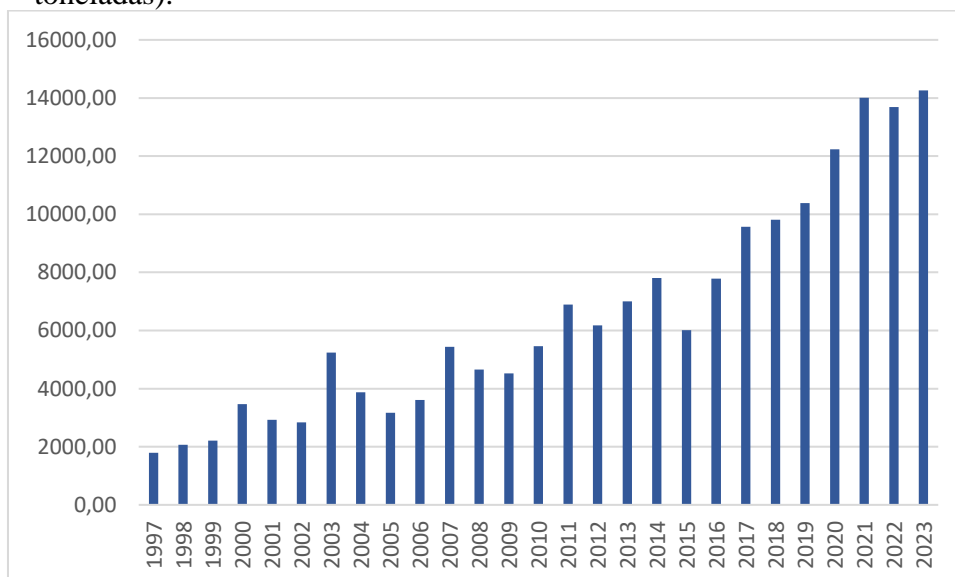
Fonte: elaborado pela autora com base nos dados de Brasil (2024a).

Em 2022 foi inaugurada uma fábrica de fertilizantes na Nigéria com capacidade para a produção anual de 3 milhões de toneladas (3.000 mil t.) de ureia. Os destinos da produção da nova planta foram o Brasil, Estados Unidos, Índia e México, como forma de compensar as quedas nas exportações russas ocasionadas pela guerra (SANNI, 2022).

A Bolívia foi outra origem que aumentou sua representatividade nas importações brasileiras de nitrogenados. Em 2022, foram importadas 151,05 mil toneladas e em 2023, 178,97 mil toneladas. Em comparação a 2021, o volume importado foi de 45,57 mil toneladas. Aumentos nas importações da Venezuela também foram observados no período, sendo 238,11 mil toneladas importadas em 2022 e 584,95 mil toneladas, em 2023. Em 2021, esse valor foi de 130,15 mil toneladas.

Mesmo com os eventos da pandemia e da guerra, o Brasil manteve elevado o nível de importação de nitrogenados. Conforme pode ser observado na figura 12, houve um pequeno recuo em 2022, mas em 2023 os valores importados já voltaram ao patamar pré-guerra.

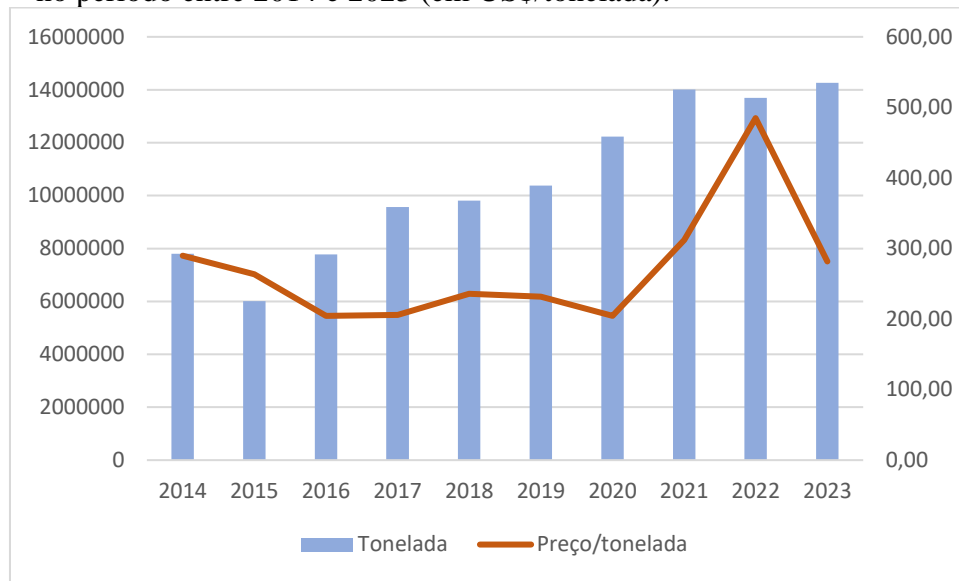
Figura 12 – Importações totais de fertilizantes nitrogenados entre 1997 e 2023 (em mil toneladas).



Fonte: elaborado pela autora a partir de dados de Brasil (2024a).

A pandemia e o conflito Rússia X Ucrânia contribuíram para que os preços dos fertilizantes nitrogenados disparassem. Em 2022, o valor pago atingiu o ápice, sendo verificado o preço FOB de US\$ 484,83/tonelada, conforme dados de Brasil (2024a). No entanto, conforme ilustrado na figura 13, mesmo com as elevações no preço, as importações dos fertilizantes à base de nitrogênio não recuaram.

Figura 13 – Comparativo entre as importações e os preços pagos pelos fertilizantes nitrogenados no período entre 2014 e 2023 (em US\$/tonelada).



Fonte: elaborado pela autora com base nos dados de Brasil (2024a).

Mesmo com o pico nos preços pagos em 2022, a diminuição nas importações foi pequena e não se configurou como um *outlier* pelo TRAMO. Esse resultado revela o quão importante é o uso de fertilizantes pelos produtores, visto que as importações não foram tão sensíveis aos preços praticados no mercado.

Os dados acima permitem inferir que o Brasil, além de buscar alternativas para manter as importações de fertilizantes nitrogenados, como a ampliação das exportações da China e o aumento das importações de Nigéria, Omã e Bolívia, também alterou os padrões de importações individuais de cada mineral. Em 2022, o NA, que possui a Rússia como principal exportador, teve um recuo expressivo (54%) nas compras. Já o SA, exportado principalmente pela China, apresentou um aumento significativo (31,4%).

A demanda crescente por fertilizantes resulta da expansão das áreas cultivadas, bem como do emprego de tecnologias nas plantações brasileiras. Mesmo com esforços para a diminuição da dependência externa, a produção nacional tem registrado um crescimento moderado e insuficiente para atender as demandas internas. Desse modo, a diversificação das origens permitiu que o Brasil se mantivesse abastecido e preservasse a produtividade das lavouras mesmo diante dos cenários negativos no mercado mundial de fertilizantes (VEGRO; ANGELO, 2023).

Em resumo, no período estudado ocorreram fatores que influenciaram positivamente os fluxos de importação de fertilizantes pelo Brasil, sendo observados aumentos nas importações

de fertilizantes nitrogenados condicionados à ampliação de áreas plantadas de determinadas culturas e a antecipação de compras devido a uma boa relação de troca. Também notou-se uma maior procura por fertilizantes importados a partir do momento em que a indústria nacional tornou-se incapaz de atender a demanda interna.

Com relação aos impactos negativos nos fluxos de importação, observou-se que fatores como inadimplência e descapitalização dos agricultores, bem como a alta do dólar foram determinantes para a diminuição das compras no mercado internacional. A guerra entre Rússia e Ucrânia também contribuiu para que houvesse queda nas importações, provocada principalmente pelas sanções recebidas pelo país russo. Diante do conflito, de forma a garantir o suprimento da demanda interna, outras origens foram acessadas pelo Brasil.

5.2 Fertilizantes fosfatados

Os resultados dos modelos para os principais exportadores de fertilizantes fosfatados, bem como o modelo das importações totais são apresentados nesta seção. Segundo os dados de Brasil (2024a), os cinco maiores exportadores de fosfatados para o Brasil em 2019 foram Egito, Israel, Marrocos, China e Espanha.

Dentre os países citados, somente China não pode ser submetida à análise de séries temporais utilizando-se o TRAMO, visto que a sua série compreende o período entre 2006 e 2023, o que impossibilita a análise por meio do *software*. Porém, optou-se pela criação de uma série temporal utilizando-se o Excel.

As informações gerais para os modelos gerados para os demais países e, também, para o volume total importado são apresentados na tabela 9.

Tabela 9 – Características dos modelos elaborados para os países exportadores de fertilizantes fosfatados.

País	Período	Modelo	Nível Crítico	Log
Egito	2000-2023	ARIMA (0,1,1)	2,7	Não
Israel	2000-2023	ARIMA (1,0,0)	2,1	Sim
Marrocos	1999-2023	ARIMA (0,1,1)	2,3	Não
China	-	-	-	-
Espanha	1999-2023	ARIMA (0,1,1)	3,0	Não
Total	1997-2023	ARIMA (0,1,1)	2,5	Sim

Fonte: elaborado pela autora a partir dos dados da pesquisa.

Nos próximos tópicos serão discutidos, separadamente, os resultados dos modelos propostos para cada país, bem como para as importações totais.

5.2.1 Egito

O modelo do Egito identificou três *outliers*, sendo um do tipo *temporary change* (TC_2018), um *additive* (AO_2019) e um *level shift* (LS_2021). Na tabela 10 é possível conferir os resultados da estatística.

Tabela 10 – Efeito dos *outliers* sobre as importações de fertilizantes fosfatados do Egito (2000-2023).

Variável	Coefficiente	Erro Padrão	p-valor
MA1	-0,59939	0,17066	0,00234***
MU	16,822	8,00231	0,04931**
LS_2021	813,19	76,60293	<0,00001***
TC_2018	317,06	81,54358	0,00099***
AO_2019	225,44	77,57164	0,00898***
BIC	9,3539	AIC	266,9443

Fonte: elaborado pela autora a partir dos dados da pesquisa.

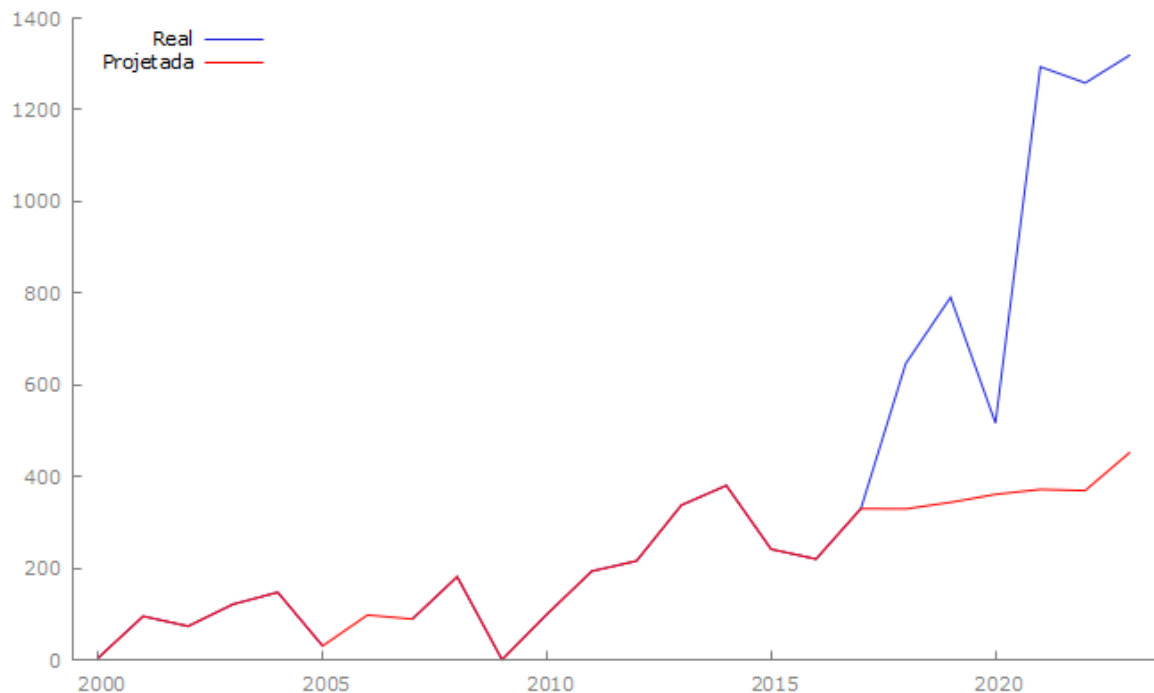
De acordo com a série projetada, em 2017 haveria um aumento em comparação ao ano de 2016, que seria a saída de 219,75 mil toneladas para 329,68 mil toneladas. Em 2018, haveria uma queda mínima, sendo projetado 329,13 mil toneladas. No entanto, a série real mostrou um comportamento diferente.

O volume real importado em 2018 foi o de 646,19 mil toneladas, em 2017 as importações foram 329,68 mil toneladas. O aumento de 96,07% nas importações registrado no período ocasionou um pico no gráfico.

Ainda na série real há outra demanda atípica em 2019, o que gerou um novo pico. Para este ano, a projeção indicou o volume de importações de 343,44 mil toneladas. No entanto, as importações reais de fertilizantes fosfatados do Egito foram de 790,83 mil toneladas. Em comparação ao ano anterior, o aumento foi de 22,39%.

A figura 14 apresenta o comparativo entre as séries real e projetada, sendo possível observar os aumentos ocorridos em 2018 e 2019.

Figura 14 – Importações de fertilizantes fosfatados do Egito entre 2000 e 2023.



Fonte: elaborado pela autora a partir dos dados da pesquisa.

Em setembro de 2017, entrou em vigor o acordo de livre comércio entre o Mercosul e o Egito, sete anos após a sua assinatura. O tratado visa eliminar as tarifas de importação de determinados produtos e prevê que, após dez anos abranja 99% dos produtos importados pelo Mercosul e 97% dos produtos exportados para o Egito (OTTA, 2017).

Segundo o acordo, algumas categorias de fertilizantes e distribuidores de fertilizantes sofreram desgravação³ tarifária de 12,5% (categoria C) e 10% (categoria D) já em 2017⁴. Em 2018, os valores da desgravação foram 25% (categoria C) e 20% (categoria D). Já em 2019, os produtos classificados como C tiveram redução tarifária de 37,5% e os da categoria D, 30% de redução (BRASIL, 2024b).

³ Desgravação tarifária consiste na eliminação gradual das tarifas de importação de acordo com o período especificado no acordo estabelecido entre as partes (REDE BRASILEIRA DE CENTROS INTERNACIONAIS DE NEGÓCIOS, s.d.).

⁴ De acordo com planilha disponibilizada por (BRASIL, 2022d) e disponível em <https://www.gov.br/siscomex/pt-br/acordos-comerciais/mercosul-egito>, são classificados na categoria C os seguintes fertilizantes: a) Adubos (fertilizantes) de origem animal ou vegetal, mesmo misturados entre si ou tratados quimicamente; adubos (fertilizantes) resultantes da mistura ou do tratamento químico de produtos de origem animal ou vegetal; b) Adubos (fertilizantes) minerais ou químicos, que contenham os três elementos fertilizantes: nitrogênio (azoto), fósforo e potássio; c) Distribuidores de adubos (fertilizantes). Na categoria D são classificados os a) Adubos (fertilizantes) minerais ou químicos, que contenham os dois elementos fertilizantes: fósforo e potássio.

Em 2021, há outro pico na série real identificado como um *level shift* (LS_2021). Conforme a projeção do modelo, nesse ano as importações seriam de 371,61 mil toneladas. No entanto, o volume real importado de fertilizantes fosfatados foi de 1.293,55 mil toneladas. O aumento percentual entre 2020 e 2021 foi de 150,5%. Posteriormente, em 2022 e 2023 a série se mantém no patamar, com importações de 1.258,47 mil toneladas e 1.319,38 mil toneladas, respectivamente, o que caracteriza a mudança de nível identificada pelo modelo.

O ano de 2021 foi marcado por quedas na produção nacional e pelo aumento na importação de fertilizantes fosfatados. A pandemia de Covid-19 ocasionou o fechamento das fábricas e o país registrou queda de 11% no total produzido. Ademais, a produção nacional e os estoques de fosfatados não foram capazes de suprir a demanda interna, sendo observado que as importações foram 53% superiores à média dos últimos cinco anos para MAP, DAP, TSP e SSP (GLOBALFERT, 2022).

No caso do TSP, em 2021 as importações atingiram o volume de 1,4 milhão de toneladas, 75,4% maior que o registrado em 2020. Os principais exportadores foram China e Marrocos, que supriram 76% do total, Egito (10%) e Israel (10%). Já o volume importado de SSP, em 2021, foi de 2 milhões de toneladas (2.000 mil t.), 97,2% acima das importações do ano anterior. O Egito foi o principal responsável pelas exportações de SSP para o Brasil, com 56% do volume total, seguido por Israel, China e Espanha. Os aumentos expressivos nas importações de TSP e SSP podem ser explicados pela alta nos preços dos fertilizantes MAP e DAP (GLOBALFERT, 2022).

5.2.2 Israel

Não foram detectados *outliers* na série de Israel no período estabelecido, de 2000 a 2023. Ou seja, as séries real e projetada evoluíram da mesma forma ao longo do tempo estudado. Na tabela 11 são apresentados os resultados do modelo.

Tabela 11 – Efeito dos *outliers* sobre as importações de fertilizantes fosfatados de Israel (2000-2023).

Variável	Coefficiente	Erro Padrão	p-valor
AR1	-0,79944	0,12263	<0,00001***
MU	5,9372	0,18998	<0,00001***
BIC	-2,8923	AIC	-2,6426

Fonte: elaborado pela autora.

Na figura 15 é possível observar que as linhas das séries real e projetada são idênticas ao longo do período estudado.

Figura 15 – Importações de fertilizantes fosfatados de Israel entre 2000 e 2023.



Fonte: elaborado pela autora.

Nesse sentido, é possível afirmar que as variações ocorridas ao longo do tempo nas importações de fertilizantes fosfatados de Israel mantiveram-se dentro de um padrão estatisticamente esperado, sem a ocorrência de um aumento ou decréscimo que fosse significativo ao ponto de criar um pico ou vale no gráfico.

5.2.3 Marrocos

O modelo para Marrocos identificou três *outliers*, sendo um *temporary change* (TC_2013) e dois *additive* (AO_2023 e AO_2015). Na tabela 12 são apresentados os resultados da estatística.

Tabela 12 – Efeito dos *outliers* sobre as importações de fertilizantes fosfatados do Marrocos (1997-2022).

Variável	Coefficiente	Erro Padrão	p-valor
MA1	-0,95575	0,060048	<0,00001***
MU	17,956	1,70552	<0,00001***
TC_2013	266,25	46,50422	0,00001***
AO_2023	198,84	57,38922	0,00247***
AO_2015	-172,71	55,20468	0,00527***
BIC	8,3600	AIC	265,1960

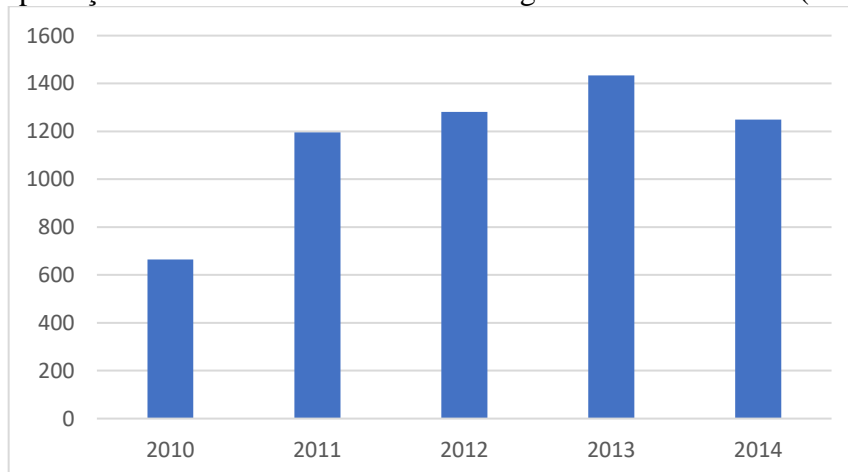
Fonte: elaborado pela autora.

Em 2013, foi identificada uma mudança temporária no patamar da série. A projeção para este ano indicava a importação de 323,84 mil toneladas. No entanto, segundo a série real, as importações de fertilizantes fosfatados do Marrocos foram de 590,09 mil toneladas. Em 2012, o volume importado foi de 385,80 mil toneladas. O aumento no período foi de 53%.

O Marrocos é um dos países onde se concentram as reservas mundiais de fosfato, com 42% da disponibilidade mundial (BRASIL, 2008) e se caracteriza como um importante parceiro comercial do Brasil. Entre 2005 e 2014, o comércio bilateral entre os dois países cresceu 151%. Os fertilizantes são o principal produto importado pelo mercado brasileiro (BRASIL, 2015a).

A figura 16 apresenta as importações realizadas pelo Brasil no período entre 2010 e 2014. Nota-se que em 2013 há um pico, sendo movimentado US\$ 1,4 bilhão. Neste ano, 72% das importações foram destinadas para a aquisição de fertilizantes (BRASIL, 2015a).

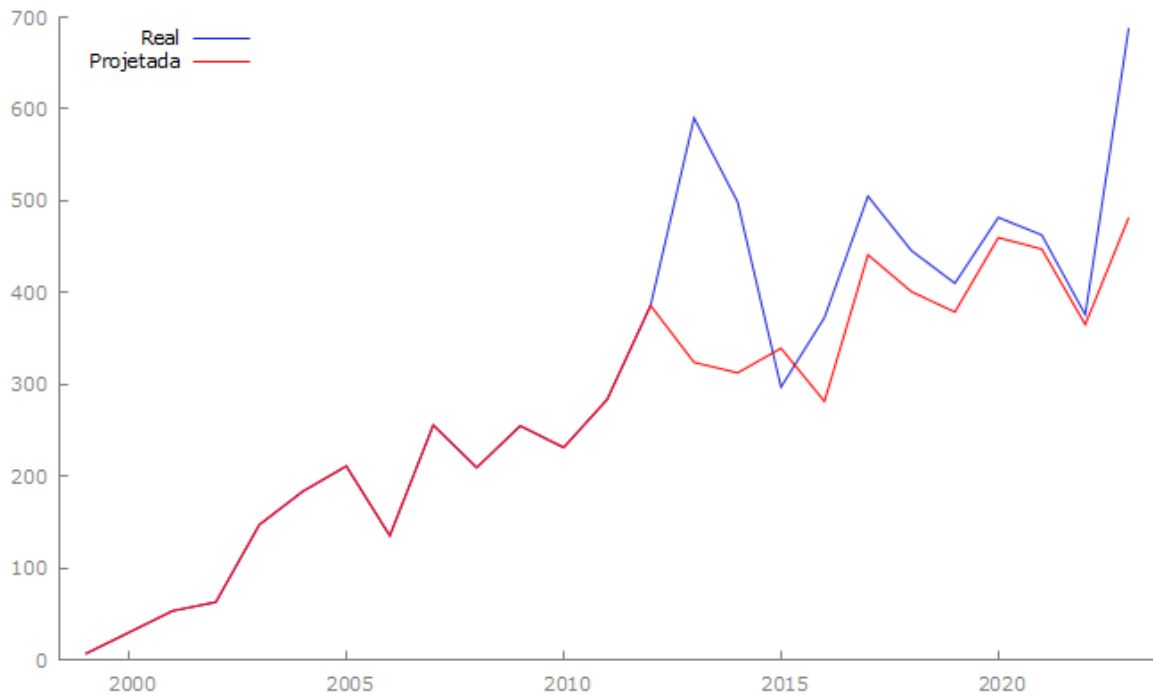
Figura 16 – Importações brasileiras de fertilizantes originárias do Marrocos (em US\$ milhões).



Fonte: elaborado pela autora com informações de Brasil (2015a).

Após o aumento identificado em 2013 (AO_2013), a série real sofreu uma queda em 2015, identificada pelo *outlier* AO_2015. A mudança no padrão da série real e sua comparação com a série projetada por ser conferida na figura 17.

Figura 17 – Importações de fertilizantes fosfatados do Marrocos entre 1997 e 2022.



Fonte: elaborado pela autora.

Em 2015, o modelo projetou a importação de 339,22 mil toneladas. No entanto, o volume real importado foi de 296,98 mil toneladas. Em 2014, o volume importado havia sido de 498,80 mil toneladas, sendo identificada uma redução de 40,4% no período.

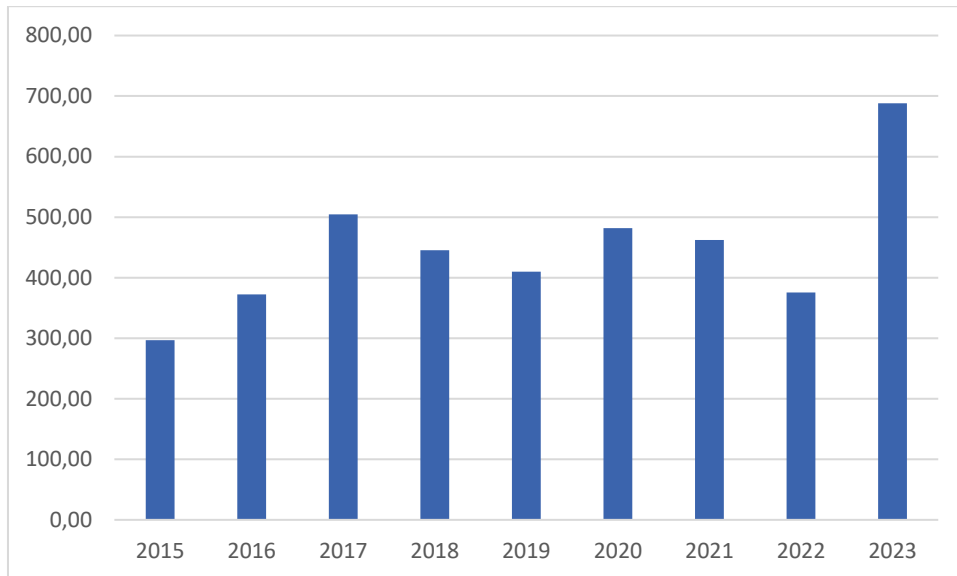
O ano de 2015 foi marcado pela redução das vendas totais dos produtos marroquinos ao mercado brasileiro. No ano de 2014, as exportações somaram US\$ 1,249 bilhão. No ano seguinte esse valor caiu para US\$ 739 milhões. Uma redução de 69% (BRASIL, 2024a). No caso dos fertilizantes, especificamente, Ferreira e Vegro (2015) e Ribeiro (2015) argumentam que fatores como a alta do dólar e os aumentos nas taxas de juros contribuíram para a diminuição do consumo e, conseqüentemente, do fluxo de importações.

Em 2023 foi identificado um novo *additive outlier* (AO_2023). Desta vez, houve um pico na série, sendo observado um aumento nas importações. De acordo com o projetado para este ano, esperava-se importações de 481,70 mil toneladas de fertilizantes fosfatados. No

entanto, o volume real atingiu o volume de 688,07 mil toneladas importadas. Em comparação a 2022 (importações de 375,76 mil toneladas), o incremento foi de 82,98%.

Na figura 18 apresenta-se os dados de importações de fertilizantes fosfatados do Marrocos no período entre 2015 e 2023.

Figura 18 – Importações do Brasil de fertilizantes fosfatados do Marrocos (em mil toneladas).



Fonte: elaborado pela autora a partir de dados de Brasil (2024a).

Nota-se que após a queda observada em 2015, as importações retomaram ao patamar considerado como normal e estatisticamente esperado, com oscilações discretas ao longo dos anos. No entanto, em 2023 houve um aumento expressivo nas importações, que atingiu o volume de 688,07 mil toneladas.

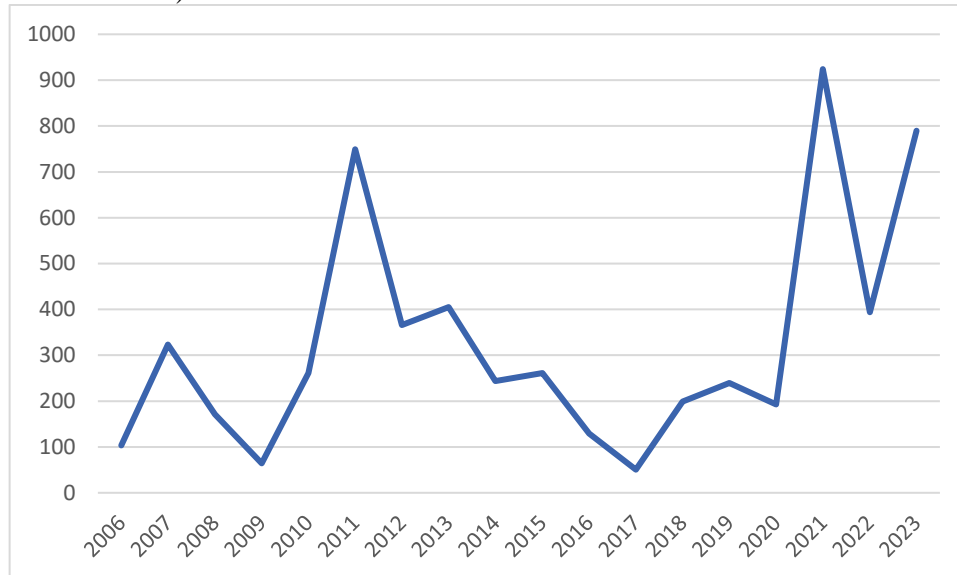
Em 2022, uma comitiva do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) visitou o Marrocos, Jordânia e Egito com o objetivo de fortalecer o comércio bilateral desses países com o Brasil para garantir o fornecimento de fertilizantes. A delegação brasileira se encontrou com o Ministro da Agricultura local e visitou as instalações da empresa estatal *Office Chérifien des Phosphates* (OCP), uma das maiores fornecedoras de fósforo para o mercado brasileiro (BRASIL 61, 2022).

5.2.4 China

Os dados de importação de fertilizantes fosfatados da China disponíveis na plataforma Comex Stat abrangem o período entre 2006 e 2023. O baixo número de observações prejudica

a análise por meio do TRAMO, não sendo obtido um modelo considerado significativo para o país. Desse modo, decidiu-se proceder análise com auxílio do *software* Excel. O gráfico para o período é exibido na figura 19.

Figura 19 – Importações de fertilizantes fosfatados da China entre 2006 e 2023 (em mil toneladas).



Fonte: elaborado pela autora.

A série da China pode ser considerada volátil, sendo verificados aumentos e quedas ao longo dos anos. No início, há um pico nas importações em 2007, seguido por uma queda significativa entre 2008 e 2009. Nesse período, houve a redução de 28,4% no volume total de fertilizantes importados. Uma das causas apontadas para essa queda é o alto volume estocado pelas indústrias nacionais (FERREIRA; VEGRO, 2010).

Em 2011, observa-se um pico na série, com importações de 749,50 mil toneladas. Nos anos seguintes, são registradas retrações consecutivas nas importações, com o menor volume importado em 2017, sendo 50,51 mil toneladas.

A partir de 2018, percebe-se a recuperação das importações que atingiram o seu maior nível em 2021. Neste ano, 924,07 mil toneladas de fertilizantes foram importadas da China. Ainda em 2021, constatou-se que a produção brasileira foi prejudicada pela pandemia de Covid-19. Devido ao isolamento social adotado para conter o surto da doença, fábricas da Mosaic sofreram paralisações e o volume total produzido pela empresa apresentou retração de 3,7% em comparação a 2020 (GLOBALFERT, 2022).

Como a produção nacional de fosfatados é incapaz de atender as demandas internas, o Brasil recorreu às importações, sendo observada a ampliação da participação da China nos

volumes importados. Em 2020, 7,4% dos fertilizantes fosfatados importados pelo Brasil eram oriundos da China; no ano seguinte esse número saltou para 17,7% (GLOBALFERT, 2022).

Posteriormente, em 2022, nota-se nova queda nas importações chinesas, sendo registrada somente 7,4% de participação no volume total de fosfatados importados. Neste ano, as exportações chinesas foram restringidas pelo governo. Além disso, a produção de produtos/bens do país foi impactada por conta dos surtos de Covid-19, sendo verificado que a indústria chinesa chegou a atingir 30% de sua capacidade produtiva operante em novembro/22 (GLOBALFERT, 2023a). Em 2023, a tendência de crescimento surge novamente no gráfico, sendo registrado o volume importado de 790,03 mil toneladas.

5.2.5 Espanha

Na série da Espanha foram identificados quatro *outliers*, sendo um *temporary change* (TC_2015), um *level shift* (LS_2021) e dois *additive* (AO_2017 e AO_2023). Os resultados podem ser conferidos na tabela 13.

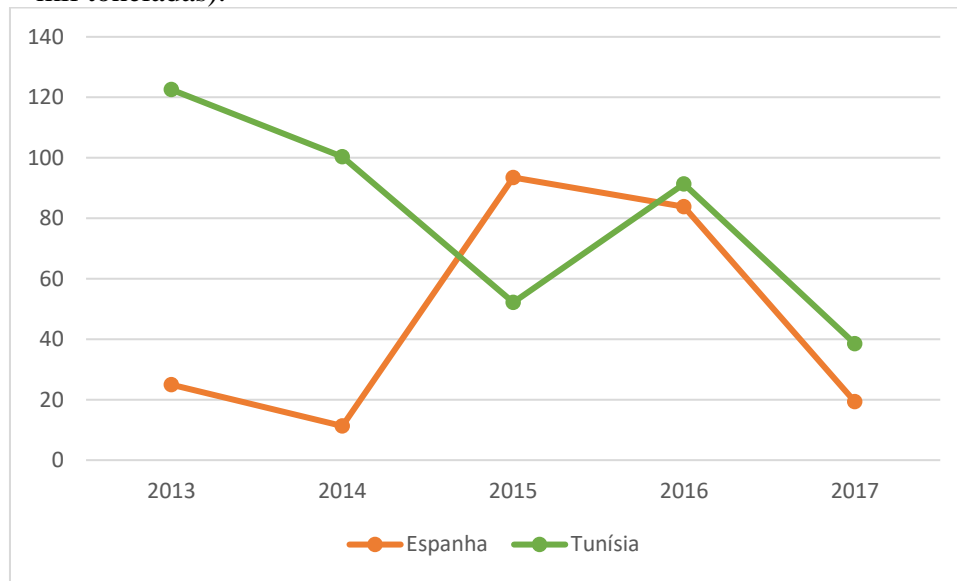
Tabela 13 – Efeito dos *outliers* sobre as importações de fertilizantes fosfatados da Espanha (2001-2023).

Variável	Coefficiente	Erro Padrão	p-valor
MA1	-0,98097	0,039636	<0,00001***
MU	2,1924	0,43237	0,00007***
LS_2021	102,80	9,49326	<0,00001***
TC_2015	75,701	10,42224	<0,00001***
AO_2017	-49,356	11,35772	0,00034***
AO_2023	48,904	12,93541	0,00127***
BIC	5,2347	AIC	189,4703

Fonte: elaborado pela autora.

Em 2015, as importações de fertilizantes fosfatados da Espanha tiveram um aumento, sendo observada uma elevação temporária. O projetado para este ano indicou o volume de 17,78 mil toneladas importadas. No entanto, as importações reais foram de 93,48 mil toneladas. O comparativo com o ano anterior, em que foram importadas 11,29 mil toneladas, revela um incremento de 728,23%. O aumento das importações provenientes da Espanha coincide com uma queda significativa nas importações da Tunísia, conforme pode se observar na figura 20.

Figura 20 – Importações de fertilizantes fosfatados de Espanha e Tunísia entre 2013 e 2017 (em mil toneladas).



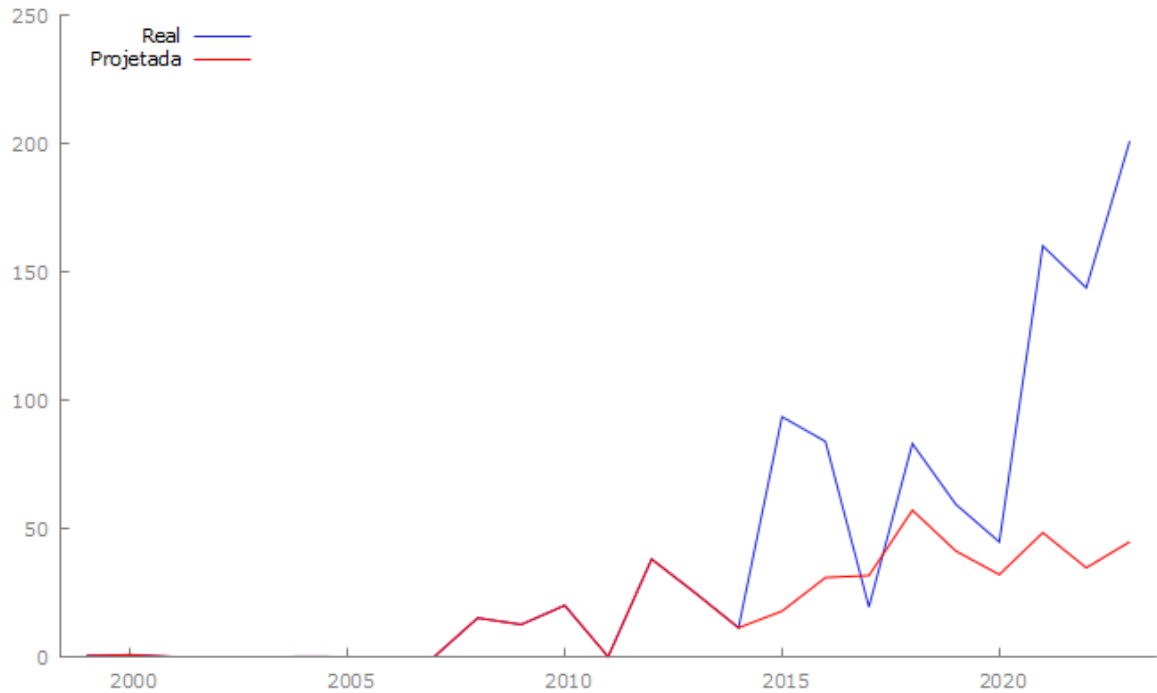
Fonte: elaborado pela autora a partir de dados de Brasil (2024a).

Em 2014, as importações de fertilizantes fosfatados da Tunísia foram 100,33 mil toneladas. Em 2015, esse volume despencou para 52,18 mil toneladas. Uma redução de 48,05%. No gráfico ainda é possível notar uma recuperação da importação tunisiana em 2016, mas uma nova queda ocorre em 2017 (assim como na Espanha).

Desde a Revolução de Jasmim, ocorrida entre 2010 e 2011, o setor de mineração da Tunísia tem sofrido quedas constantes. Em 2017, a produção caiu mais de 50% e chegou, até então, ao pior desempenho da história com 3,5 milhões de toneladas (3.500 mil t.) (WASZKEWITZ, 2018). Em 2023, foram exportadas do país para o Brasil somente 30 mil toneladas de fertilizantes fosfatados, o menor volume desde 1997 (BRASIL, 2024a).

Em 2016, a série real apresenta uma pequena retração e em 2017 há uma queda identificada pelo *outlier* AO_2017. A projeção para 2017 era de 31,63 mil toneladas. No entanto, as importações reais saíram de 83,85 mil toneladas, em 2016 para 19,37 mil toneladas em 2017. Um decréscimo de 77%. As séries real e projetada podem ser conferidas na figura 21.

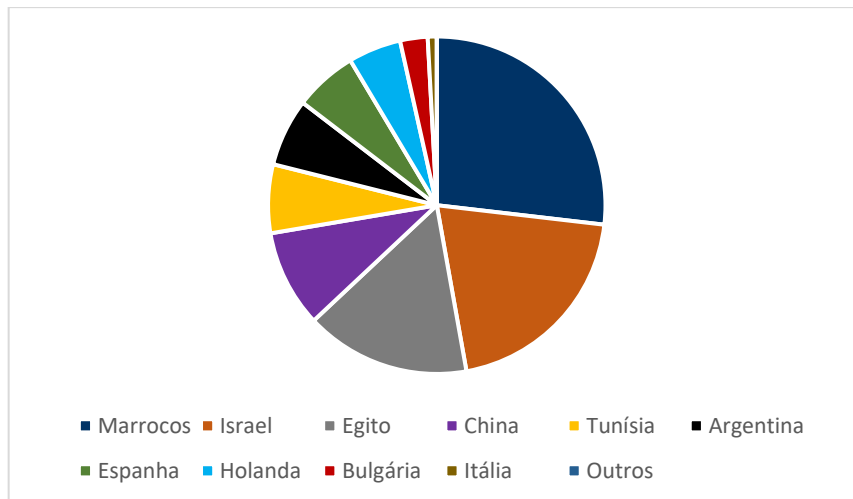
Figura 21 – Importações de fertilizantes fosfatados da Espanha entre 2001 e 2023.



Fonte: elaborado pela autora.

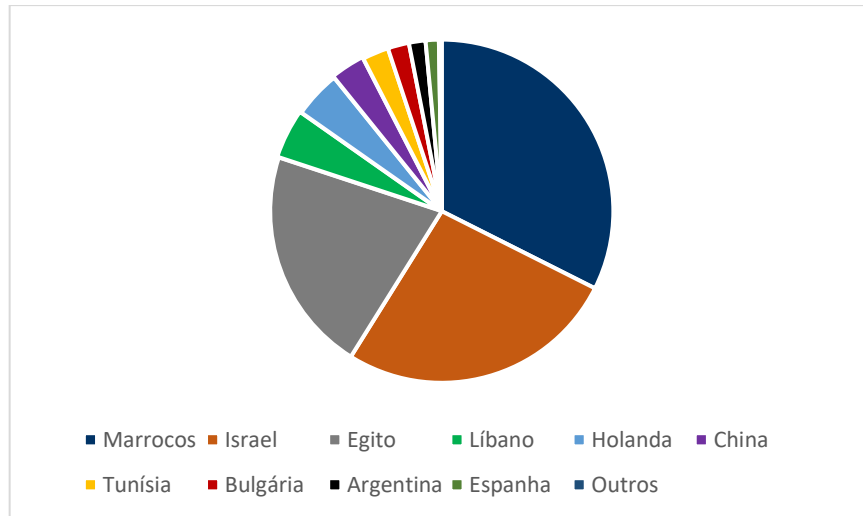
Entre 2016 e 2017, as importações brasileiras de fertilizantes fosfatados tiveram um aumento de 12,16%. Já entre alguns países, como Marrocos, Israel e Egito, os aumentos das importações no período foram superiores ao total, sendo verificados incrementos de 35%, 46% e 50%, respectivamente. Nas figuras 22 e 23 são apresentadas as participações dos dez principais exportadores de fosfatos para o Brasil.

Figura 22 – participação dos dez principais exportadores de fosfatados para o Brasil em 2016.



Fonte: elaborado pela autora a partir de dados de Brasil (2024a).

Figura 23 – participação dos dez principais exportadores de fosfatados para o Brasil em 2017.



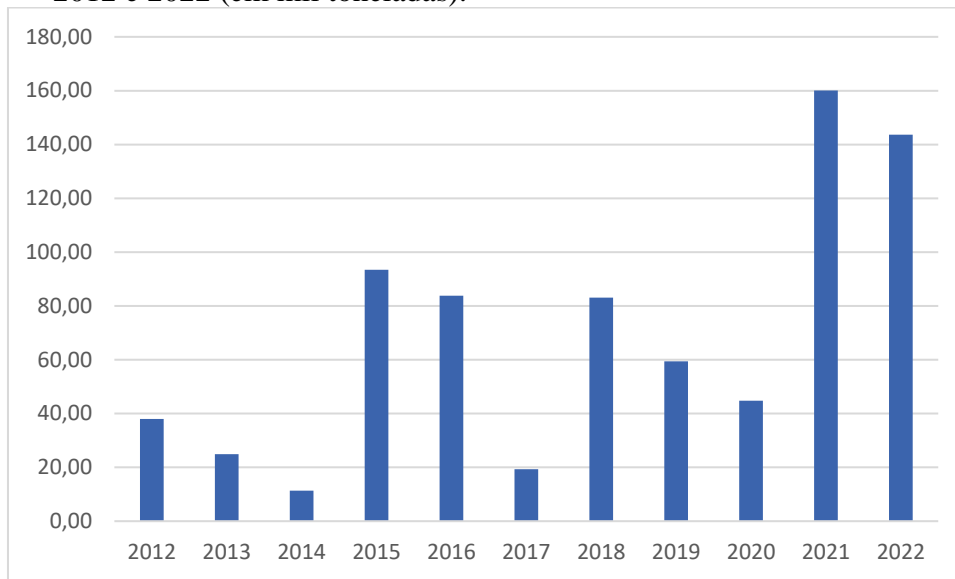
Fonte: elaborado pela autora a partir de dados de Brasil (2024a).

A partir da análise das figuras, nota-se o aumento das importações provenientes de Marrocos, Israel e Egito em 2017 e, também, percebe-se a diminuição na participação da Espanha e demais países. A partir dos dados pode-se inferir que as condições de mercado existentes em 2017 foram propícias para que o Brasil aumentasse a demanda dos três principais países fornecedores, em vez de ampliar a diversificação nas origens dos fosfatados. Ressalta-se, porém, que essa foi uma mudança pontual e por isso foi identificada um *additive outlier*. Nos anos seguintes as importações voltam a ficar dentro dos padrões esperados.

Tal normalidade segue até 2021, ano em que foi identificado um *level shift* (LS_2021). As projeções do modelo apontavam para 48,34 mil toneladas importadas em 2021 e 34,66 mil toneladas em 2022. Porém, segundo a série real, esses valores foram, respectivamente, de 160,04 mil toneladas e 143,69 mil toneladas importadas.

Em 2021, há uma mudança positiva nos patamares da série, com um aumento consistente nas importações. De acordo com a figura 24, as importações de fosfatados seguiram em um patamar similar até 2020. Em 2021, os volumes importados atingiram um nível superior e mantiveram-se em 2022, sendo identificado como uma tendência a permanência neste patamar.

Figura 24 – Importações de fertilizantes fosfatados da Espanha pelo Brasil no período entre 2012 e 2022 (em mil toneladas).



Fonte: elaborado pela autora a partir de dados de Brasil (2024a).

A média anual de importações entre 2012 e 2020 ficou em 50,90 mil toneladas. Em 2021, o volume importado foi de 160,04 mil toneladas e em 2022, 143,69 mil toneladas. Se comparado com a média dos anos anteriores ao *level shift*, o incremento em 2021 foi de 214,43% e em 2022, de 182,32%.

De acordo com o relatório GlobalFert (2022), com o aumento nos preços do fosfato monoamônico (MAP), outros fosfatos como o superfosfato simples (SSP) e o superfosfato triplo (TSP) podem ser utilizados como substitutos. A Espanha se caracteriza como produtora e exportadora de SSP para o Brasil.

Além da mudança de nível observada em 2021 (LS_2021), também foi identificado um *additive outlier* em 2023 (AO_2023), ou seja, uma mudança cujos efeitos afetam uma única observação. O projetado para esse ano foi de 44,78 mil toneladas. No entanto, as importações reais de fosfatados da Espanha foram de 200,85 mil toneladas, um aumento de 40% em comparação ao ano anterior.

De acordo com GlobalFert (2023a), os reflexos da guerra entre Rússia e Ucrânia continuaram a impactar o mercado de fertilizantes. Neste ano, a Rússia anunciou todas as exportações de fertilizantes acima de US\$ 450/t realizadas pelo país seriam taxadas em 23,5%. Para a Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos (APEX-BRASIL, 2023a), o conflito em solo ucraniano tem obrigado o Brasil a diversificar as origens dos

fertilizantes para suprir as suas necessidades. Para tanto, a Espanha tem se mostrado uma alternativa, sendo observado o crescimento das importações nos últimos anos.

5.2.6 Total

O modelo de importações totais de fertilizantes fosfatados não apresentou *outliers* para o período entre 1997 e 2023. Os resultados da estatística podem ser analisados na tabela 14.

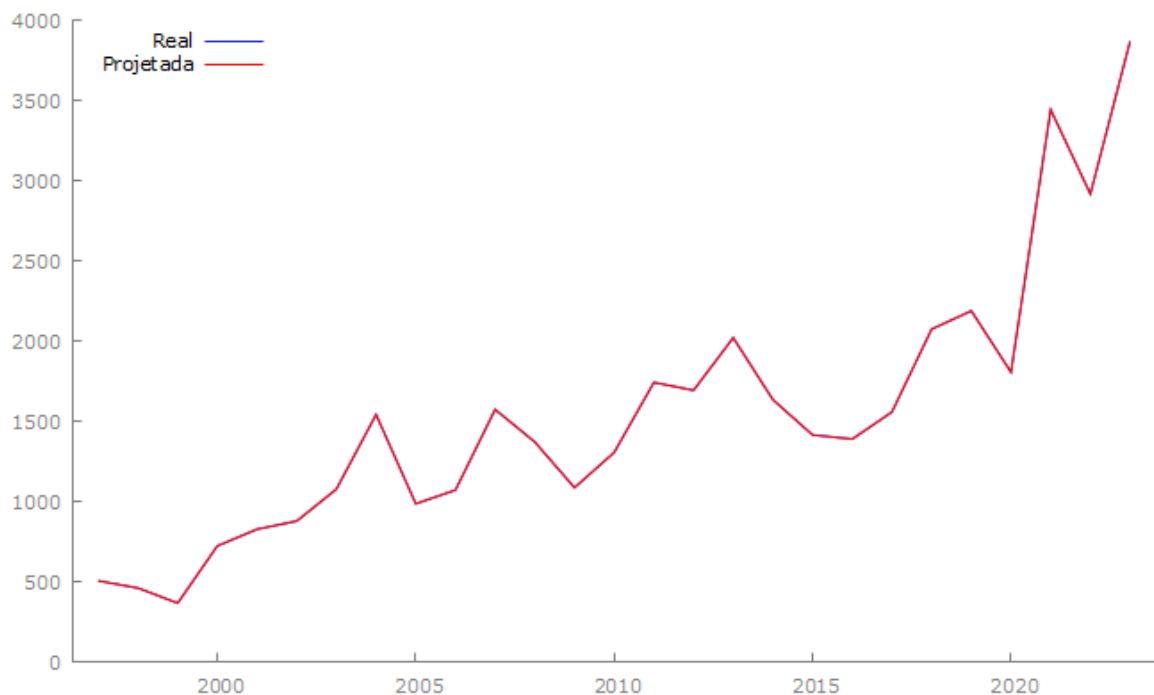
Tabela 14 – Efeito dos *outliers* sobre as importações de fertilizantes fosfatados (1997-2023).

Variável	Coefficiente	Erro Padrão	p-valor
MA1	-0,49588	0,17031	0,00749***
MU	0,077789	0,02619	0,00649***
BIC	-2,5646	AIC	4,8706

Fonte: elaborado pela autora.

A figura 25 apresenta as séries real e projetada para o modelo. Nota-se que ambas as linhas acompanham o mesmo padrão no período estudado, entre 1997 e 2023.

Figura 25 – Importações totais de fertilizantes fosfatados entre 1997 e 2023.



Fonte: elaborado pela autora.

Pode-se afirmar que no período estudado não houve variações estatisticamente significativas nas importações totais de fertilizantes fosfatados pelo Brasil. Ao analisar os países separadamente, verificou-se mudanças nos padrões de importações, sendo identificados aumentos e quedas no período. No entanto, entende-se que as variações individuais não interferiram no total importado. Percebeu-se que os incrementos observados em um país normalmente ocorreram para suprir os declínios ocorridos em outra nação, e vice-versa. Desse modo, não houve acréscimos ou decréscimos capazes de criarem um pico ou vale na série real que contrastasse com a série projetada.

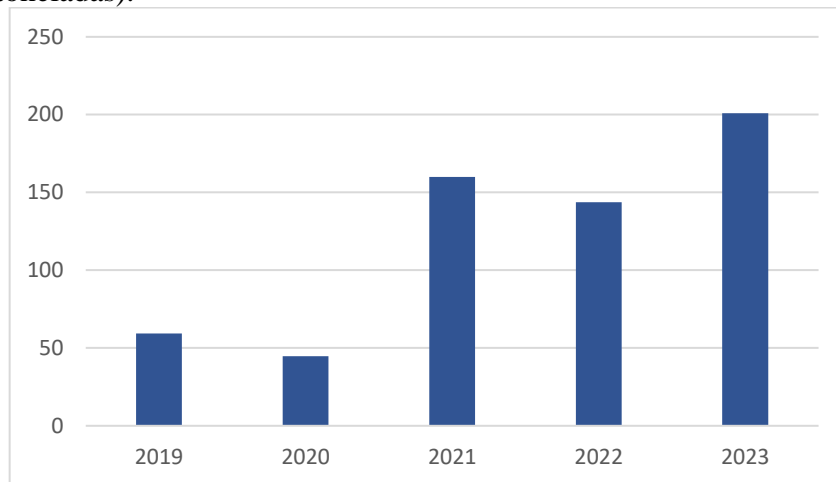
5.2.7 Análise sobre as importações de fertilizantes fosfatados

Os modelos de fertilizantes fosfatados revelaram a ocorrência de dez *outliers* durante o período analisado. Desses, seis foram identificados no período de 1997 a 2019 e quatro foram detectados entre 2020 e 2023. De acordo com o modelo para o Egito, em 2021 houve um aumento nas importações de fertilizantes fosfatados. Em 2019, foi importado o volume de 790,83 mil toneladas. Em 2021, esse valor passou para 1.293,55 mil toneladas, sendo verificado o aumento de 63,6% no período. Nos anos seguintes, as importações egípcias mantiveram-se no patamar, sendo importado 1.258,47 mil toneladas, em 2022 e 1.319,39 mil toneladas, em 2023.

Para o modelo do Marrocos, o TRAMO identificou um *outlier* com efeito positivo em 2023, neste ano as importações atingiram o valor de 688,29 mil toneladas. Em 2019, o volume importado foi de 410 mil toneladas. No período, houve o incremento de 67,8%. Já para a Espanha, foram identificados dois *outliers*, em 2021 e 2023. Em ambos os casos ocorreram efeitos positivos na série.

Em 2019, as importações de fertilizantes fosfatados da Espanha foram de 59,35 mil toneladas. Em 2021, ano em que ocorreu o primeiro *outlier*, a série do país alcançou um novo patamar sendo importadas 160,04 mil toneladas. Em 2023, outro aumento expressivo na série revelou mais um *outlier*, sendo verificado o volume de importações de 200,85 mil toneladas. Entre 2019 e 2023, o aumento ocorrido foi de 238,4%, ainda no período verificou-se que a participação espanhola nas importações brasileiras saiu de 2,7% para 5,2%. A figura 26 apresenta a evolução das importações espanholas entre 2019 e 2023.

Figura 26 – Importações de fertilizantes fosfatados da Espanha entre 2019 e 2023 (em mil toneladas).



Fonte: elaborado pela autora a partir de dados de Brasil (2024a).

Os aumentos registrados por Egito, Espanha e Marrocos podem ser explicados pela substituição dos fertilizantes MAP e DAP pelos TSP e SSP. Em 2021, com o aumento nos preços dos fertilizantes MAP e DAP, as importações de TSP registraram o incremento de 75,4% em relação a 2020, assim como o volume importado de SSP, que foi 97,2% acima do registrado no ano anterior (GLOBALFERT, 2022).

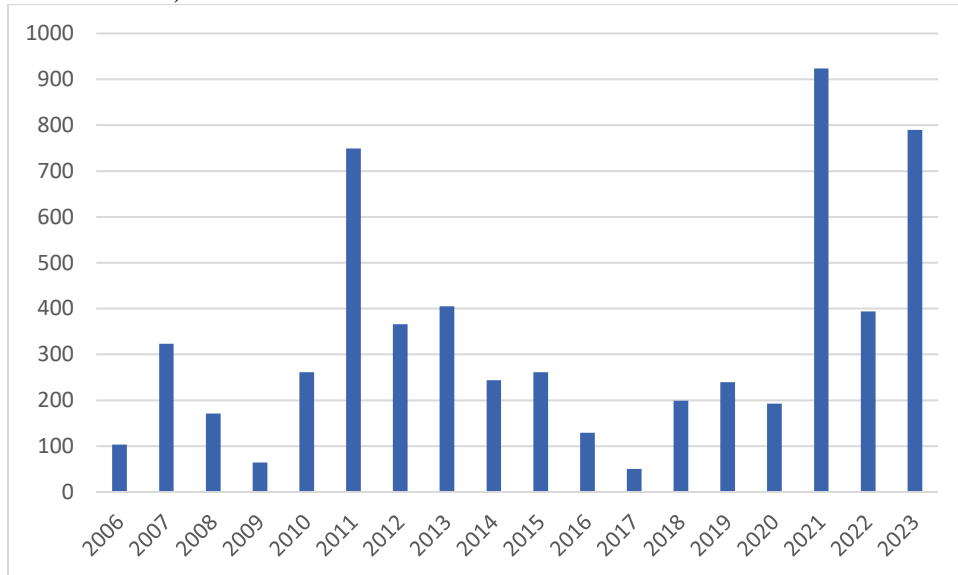
A elevação no preço do MAP pode ser atribuída ao conflito Rússia X Ucrânia. A Rússia é um dos principais exportadores do MAP e sua participação na guerra afetou os preços da matéria-prima. Já o aumento do DAP pode ser explicado pelos leilões recorrentes realizados pela Índia para manter seu estoque abastecido. Os principais exportadores de TSP para o Brasil foram a China, Marrocos, Egito e Israel. Já a demanda por SSP foi suprida, principalmente, por Egito, Israel, China e Espanha (GLOBALFERT, 2022).

A China também apresentou um aumento significativo entre 2019 e 2023, sendo observado um pico em 2021, sendo registrado o volume importado de 924,07 mil toneladas. Em 2019, as importações foram de 239,88 mil toneladas. Em 2020, foi observado um pequeno recuo, sendo importado 192,94 mil toneladas.

O decréscimo observado em 2022, com a importação de 393,74 mil toneladas, pode ser explicado pelas restrições impostas pelo governo chinês às exportações de fertilizantes, bem como as quedas na capacidade produtiva do país causadas pelos surtos de Covid-19 (GLOBALFERT, 2023a). Em 2023, as importações já mostraram sinais de recuperação, com o total de 790,03 mil toneladas importadas. Neste ano, o país obteve a participação de 20,4% nas

importações brasileiras, contra 11% registrado em 2019. A figura 27 apresenta os dados de importações da China.

Figura 27 – Importações de fertilizantes fosfatados da China entre 2006 e 2023 (em mil toneladas).



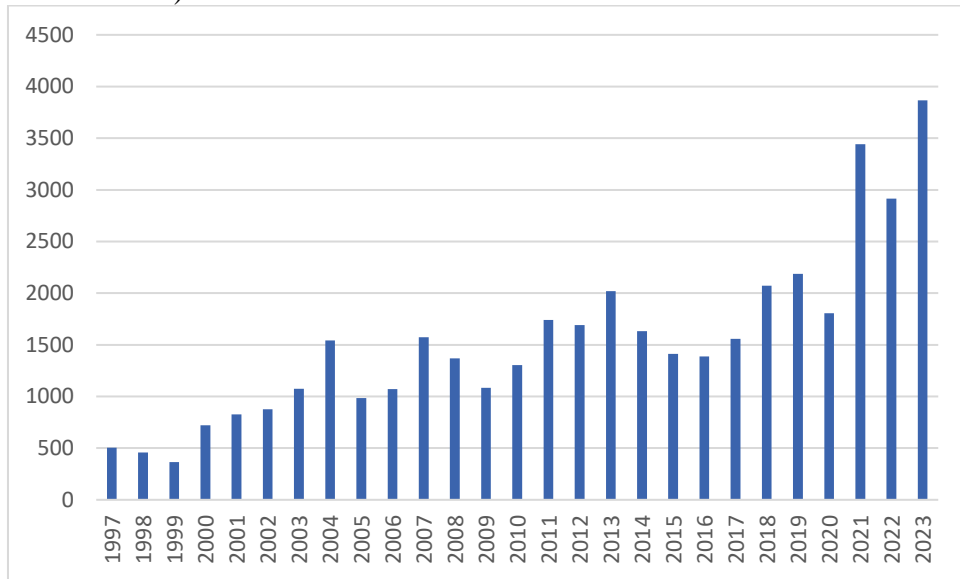
Fonte: elaborado pela autora a partir de dados de Brasil (2024a).

Com relação às importações totais de fosfatados, notou-se uma oscilação no período entre 2019 e 2023, sendo verificadas quedas em 2020 e 2022, e aumentos em 2021 e 2023. Entre 1997 e 2020, a média de importações foi de 1.302,87 mil toneladas. Os anos seguintes registraram média de 3.407,83 mil toneladas. Em 2021, ano em que se nota o primeiro pico na série, o volume importado foi de 3.441,27 mil toneladas, seguido por 2.915,67 mil toneladas, em 2022 e 3.866,55 mil toneladas, em 2023.

Em 2021, a produção nacional de fosfatados foi impactada pela pandemia de Covid-19 e pelas restrições devido ao isolamento social. Diante do fechamento das fábricas, a produção interna registrou recuo de 11%. Neste ano, as importações foram 53% maiores do que a média dos cinco anos anteriores (GLOBALFERT, 2022).

Apesar do modelo estatístico para as importações totais não ter identificado nenhum *outlier* no período, ressalta-se que a partir de 2021 foi registrado um novo patamar nas importações, conforme ilustrado pela figura 28.

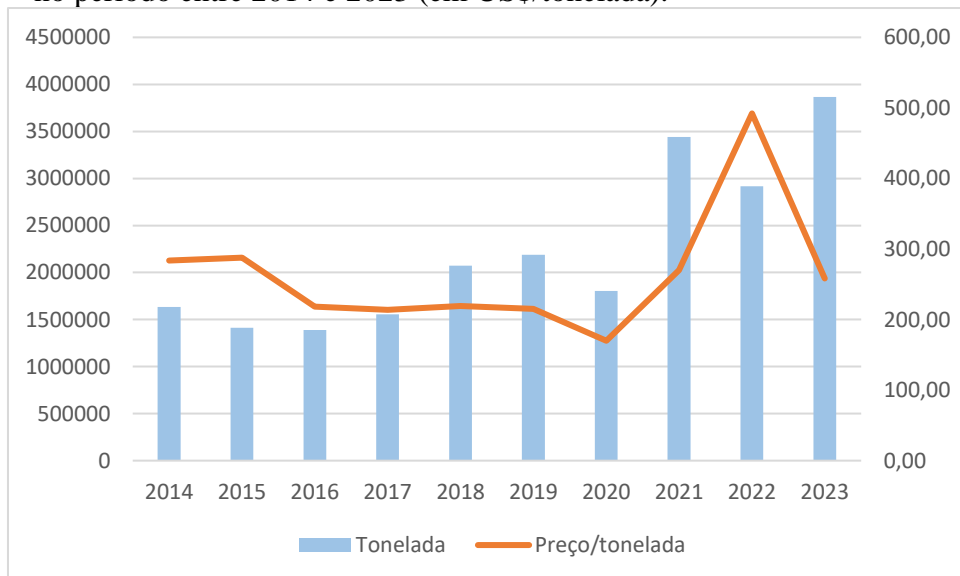
Figura 28 – Importações totais de fertilizantes fosfatados pelo Brasil entre 1997 e 2023 (em mil toneladas).



Fonte: elaborado pela autora a partir de dados de Brasil (2024a).

Diferentemente dos fertilizantes nitrogenados, cujas importações mantiveram-se elevadas mesmo diante do alto preço pago, as importações de fosfatados apresentaram queda quando o produto atingiu o maior preço no período entre 2014 e 2023. A figura 29 apresenta o comparativo entre os volumes importados e o preço FOB pago no período.

Figura 29 – Comparativo entre as importações e os preços pagos pelos fertilizantes fosfatados no período entre 2014 e 2023 (em US\$/tonelada).



Fonte: elaborado pela autora a partir de dados de Brasil (2024a).

Após altas consecutivas, em 2023 os valores pagos pelas matérias-primas e formulações começaram a cair. As incertezas políticas e com relação ao fornecimento de adubos causadas pela guerra, juntamente com fretes elevados e o aumento nos custos de produção influenciaram negativamente a demanda por fertilizantes. Tais fatores influenciaram a queda dos preços (COMPRE RURAL CONTEÚDO, 2023; GLOBALFERT, 2023b).

Também foi verificada uma ampla oferta no mercado global de fertilizantes. No caso dos fosfatados, a baixa demanda interna forçou as autoridades chinesas a reduzirem as restrições às exportações, o que causou uma maior oferta da China (COMPRE RURAL CONTEÚDO, 2023). Outros fatores que podem ter contribuído para o aumento das importações em 2023 são as relações de troca das *commodities* com fertilizantes, que atingiram os níveis mais baixos dos últimos cinco anos, bem como a necessidade de reposição dos macronutrientes do solo, visto que o ano de 2022 foi marcado por um menor consumo, ou seja, uma menor aplicação (O PRESENTE RURAL, 2023).

Nesse sentido, pode-se inferir que as importações de fertilizantes fosfatados apresentaram maior sensibilidade às variações de preço ocorridas. Principalmente a variação observada em 2022, ano em que teve início a guerra entre Rússia e Ucrânia. Por fim, no caso dos fertilizantes fosfatados, não foi observado surgimento de novas origens para atender as demandas brasileiras, sendo verificado que os cinco principais exportadores em 2019 mantiveram-se em 2023, com a ocorrência somente de mudanças na participação deles. O destaque vai para o aumento das importações da China e o incremento na quantidade importada da Espanha.

Resumidamente, pode-se inferir que fatores institucionais como o acordo de livre comércio entre o Mercosul e o Egito, bem como a visita da comitiva do MAPA para o fortalecimento do comércio bilateral do Brasil com o Marrocos influenciaram o aumento dos fluxos de importação de fertilizantes fosfatados. Já a valorização do dólar, o aumento da taxa de juros e a taxação realizada pela Rússia para as exportações de fertilizantes em 2023 podem ser considerados como uma influência negativa nos fluxos de importação de adubos à base de fosfato.

5.3 Fertilizantes potássicos

Nesta seção são discutidos os resultados dos modelos para os principais exportadores de fertilizantes potássicos para o Brasil. Também são apresentados os resultados das

importações totais de fertilizantes à base de potássio pelo país. Na tabela 15 podem ser conferidas as informações gerais para cada modelo.

Tabela 15 – Características dos modelos elaborados para os países exportadores de fertilizantes potássicos.

País	Período	Modelo	Nível Crítico	Log
Canadá	2000-2023	ARIMA (2,2,1)	2,4	Não
Rússia	1997-2023	ARIMA (0,1,1)	2,8	Sim
Belarus	1997-2023	ARIMA (3,1,1)	2,4	Não
Alemanha	1998-2023	ARIMA (0,0,1)	2,3	Não
Israel	1998-2023	ARIMA (1,0,0)	2,1	Não
Total	1997-2023	ARIMA (0,1,1)	2,5	Não

Fonte: elaborado pela autora a partir dos dados da pesquisa.

Nas próximas seções serão apresentadas, individualmente, os resultados das estatísticas de cada modelo.

5.3.1 Canadá

No modelo do Canadá para a importação de fertilizantes potássicos entre 2000 e 2023 foram identificados dois *outliers*, sendo um *temporary change* (TC_2009) e um *level shift* (LS_2014). Na tabela 16 são apresentados os resultados.

Tabela 16 – Efeito dos *outliers* sobre as importações de fertilizantes potássicos do Canadá (1997-2023).

Variável	Coefficiente	Erro Padrão	p-valor
AR1	0,39723	0,14027	0,0107**
AR1	0,79515	0,14161	0,00002***
MA1	-0,75632	0,25052	0,00704***
TC_2009	-1342,6	215,78049	0,00001***
LS_2014	-999,21	228,92316	0,00034***
BIC	11,7933	AIC	320,4548

Fonte: elaborado pela autora.

Em 2009 houve uma redução nas importações (TC_2009), que saíram de 2.240,37 mil toneladas no ano anterior para 393,75 mil toneladas, uma redução de 82%. De acordo com a projeção realizada pelo modelo (série projetada), neste ano as importações seriam de 1.736,40 mil toneladas. Caso ocorresse como projetado, a redução seria somente de 22,5%. Na figura 30 é possível observar a queda acentuada na série real e a comparação prevista na série projetada.

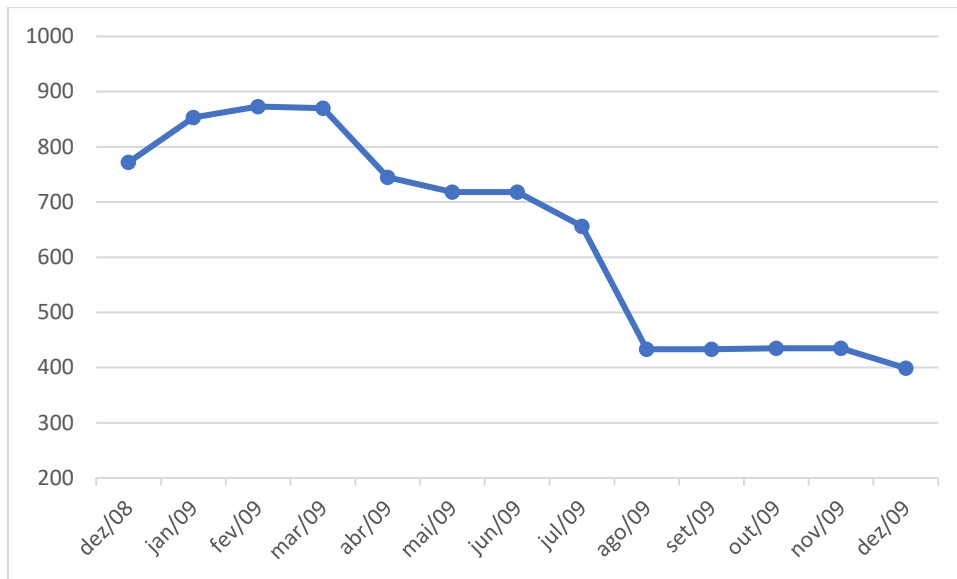
Figura 30 – Importações de fertilizantes potássicos do Canadá entre 1997 e 2023



Fonte: elaborado pela autora.

Em 2009, as importações totais de fertilizantes potássicos recuaram devido ao preço elevado. O potássio atingiu o maior preço em fevereiro/09, quando chegou a ser comercializado por US\$873/t. No decorrer do ano, os valores ainda se mantiveram altos, mas começaram a sinalizar uma retração (BRASIL, 2012). Na figura 31 é possível observar a evolução dos preços do potássio em 2009.

Figura 31 – Preços internacionais do potássio em 2009 em US\$/t (preço médio mensal)



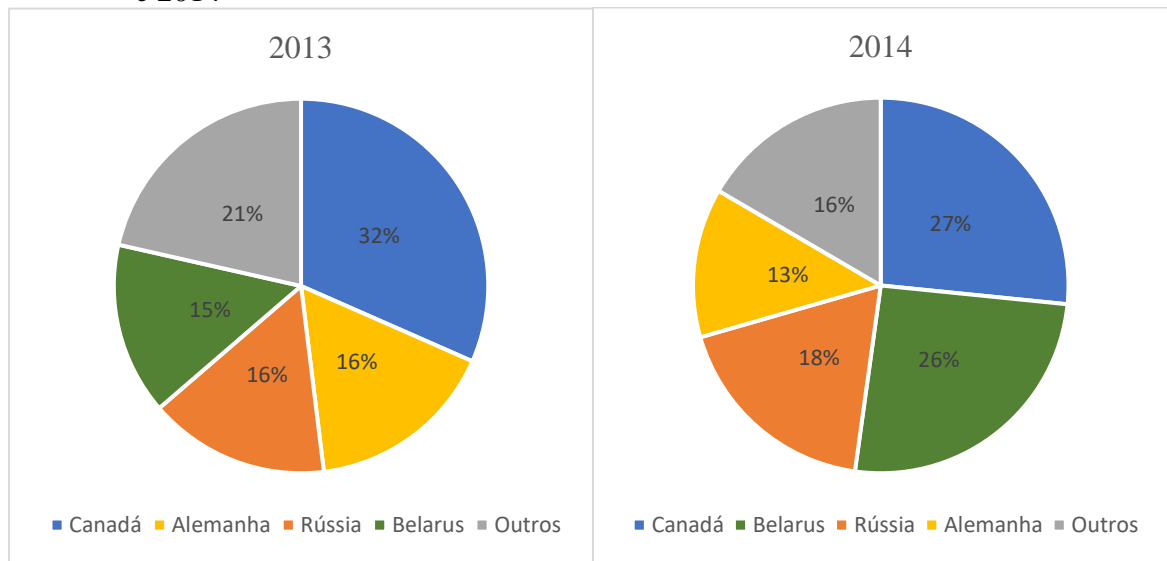
Fonte: elaborado a partir dos dados de Brasil (2012).

Ainda em 2009, constatou-se que o consumo interno aparente de potássio apresentou retração de 43,61% em comparação ao ano anterior. Apesar da queda no consumo, o Brasil ainda manteve um patamar de importações elevado, o que reforça a dependência brasileira do mercado externo (BRASIL, 2012).

Após a queda em 2009, a série real retoma as expectativas conforme as projeções até 2014, quando foi identificada uma nova redução (LS_2014). Em 2014, o volume de importações projetado foi 3.632,91 mil toneladas. Na série real, esse número foi 2.408,04 mil toneladas. De acordo com o modelo, entre 2012 e 2023 haveria um crescimento constante na série. Porém, na realidade houve uma queda em 2014, o que gerou a detecção do *outlier*.

Em 2014, notou-se que o consumo interno aparente de potássio foi 10,71% superior ao ano de 2013. As importações também mostraram-se maiores em comparação ao ano anterior, sendo verificado o aumento de 11,25% (BRASIL, 2015b). No entanto, mesmo com tais aumentos, o Canadá apresentou queda na participação das importações entre 2013 e 2014, conforme pode ser observado na figura 32.

Figura 32 – Participação dos principais países exportadores de potássio para o Brasil em 2013 e 2014



Fonte: elaborado pela autora a partir de dados de Brasil (2014) e Brasil (2015b).

Em 2013, o Canadá teve uma participação de 32% nas importações brasileiras de fertilizantes potássicos. Já em 2014, esse valor caiu para 27%. Um recuo de 5%. Alemanha também apresentou 3% de queda na participação, que passou de 16%, em 2013, para 13%, em 2014; bem como as importações de outros países, que saíram de 21% para 16%, um decréscimo de 5% (BRASIL, 2014; 2015b)

Nesse mesmo período, notou-se o aumento de 2% nas participações de Rússia, que saiu de 16% de participação, em 2013, para 18%, em 2014. E o aumento da participação de Belarus, que passou de 15% para 26% (BRASIL, 2014; 2015b). De acordo com esses dados, o Brasil conseguiu elevar o nível de importações em 2014, porém Rússia e, principalmente, Belarus foram as fontes mais procuradas pelo país neste ano.

5.3.2 Rússia

Para a série de importação de fertilizantes potássicos da Rússia, no período entre 1997 e 2023, não foram identificados *outliers*. Os resultados da estatística podem ser conferidos na tabela 17.

Tabela 17 – Efeito dos *outliers* sobre as importações de fertilizantes potássicos da Rússia (1997-2023).

Variável	Coefficiente	Erro Padrão	p-valor
MA1	0,034425	0,19600	<0,00001****
BIC	-2,2628	AIC	13,6946

Fonte: elaborado pela autora.

Conforme pode ser observado na figura 33, as séries projetada e real seguem juntas no mesmo patamar. Isso quer dizer que as importações reais ocorreram de acordo com as projeções realizadas pelo modelo, não sendo identificados desvios significativos que pudessem gerar picos ou vales no gráfico da série real.

Figura 33 – Importações de fertilizantes potássicos da Rússia entre 1997 e 2023.



Fonte: elaborado pela autora.

5.3.3 Belarus

Para Belarus foi identificado um *outlier* do tipo *level shift* (LS_2022). Esse *outlier* representa um impacto negativo na série, ou seja, indica uma queda no patamar das importações de fertilizantes fosfatados pelo Brasil. A tabela 18 apresenta os resultados do modelo.

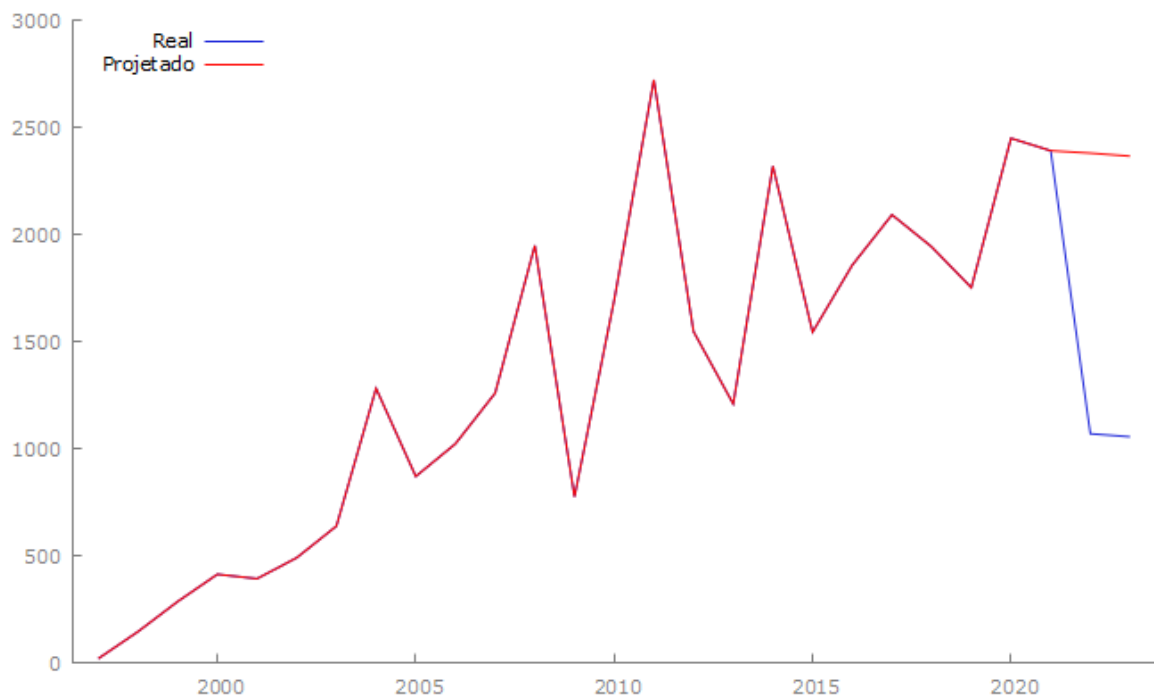
Tabela 18 – Efeito dos *outliers* sobre as importações de fertilizantes potássicos da Belarus (1997-2023).

Variável	Coefficiente	Erro Padrão	p-valor
AR1	1,6154	0,23100	<0,00001***
AR1	1,3760	0,24604	0,00002***
AR1	0,75932	0,16307	0,00013***
MA1	0,91781	0,51105	0,08624*
MU	92,745	29,07890	0,00440***
LS_2022	-1310,0	290,47846	0,00019***
BIC	12,1455	AIC	386,7475

Fonte: elaborado pela autora.

De acordo com a projeção do modelo, em 2022 eram esperadas as importações de 2.378,94 mil toneladas de fertilizantes. No entanto, o volume real importado foi de 1.068,90 mil toneladas. No ano anterior, a importação foi de 2.390,10 mil toneladas. Entre 2021 e 2022 foi verificada a queda de 55,3%. Na figura 34 é possível observar a queda identificada pelo modelo.

Figura 34– Importações de fertilizantes potássicos de Belarus entre 1997 e 2023.

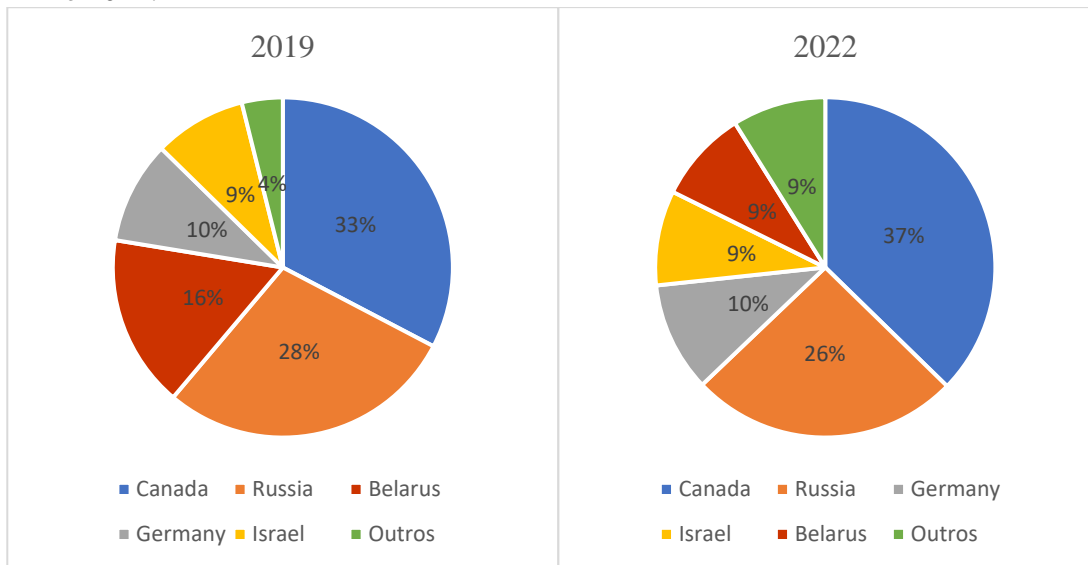


Fonte: elaborado pela autora.

Por não ter acesso ao mar, Belarus precisa escoar a produção a partir de países vizinhos. No entanto, com as sanções impostas em 2021 e, posteriormente, em 2022 com a eclosão do conflito Rússia e Ucrânia, tornou-se ainda mais difícil para o país exportar seus produtos (ZANINI, 2022). As sanções da União Europeia (UE) proíbem a importação de potássio de Belarus, além de restringirem o uso do território da UE para que o país envie seus fertilizantes para outros mercados. Ademais, as sanções também geraram custos adicionais para negociações com Belarus e Rússia, visto que as duas nações estão sujeitas a regulamentações bancárias mais restritivas e custos mais elevados de seguro (HEBE BRAND; GLAUBER, 2023).

Em 2019, Belarus detinha a participação de 16% do total de fertilizantes potássicos importados pelo Brasil. Em 2022, essa participação caiu para 9%, conforme pode ser observado na figura 35.

Figura 35 – Participação dos principais países exportadores de potássio para o Brasil em 2019 e 2022.



Fonte: elaborado pela autora.

No mesmo período, notou-se também a redução na participação da Rússia, que saiu de 28%, em 2019 para 26%, em 2022. As participações da Alemanha e de Israel permaneceram as mesmas, com 10% e 9%, respectivamente. Já a participação do Canadá apresentou aumento no período, sendo verificado 33%, em 2019 e 37%, em 2022.

Ao considerar o cloreto de potássio, especificamente, constatou-se que Rússia e Belarus eram responsáveis por metade importado pelo Brasil, com 30,4% e 19,7%, respectivamente. No entanto, o país precisou buscar fontes alternativas para suprir a demanda. Em 2022, 38,6% do cloreto de potássio importado veio do Canadá; seguido pela Rússia, com 27,8% do volume

importado; Alemanha, com 11,1%; Israel, com 9,8% e Belarus, que deteve somente 8,7% de participação nas importações. Demais países supriram 4,0% da demanda brasileira (GLOBALFERT, 2023a)

A guerra também influenciou negativamente os preços do potássio. Em 2022, o cloreto de potássio teve um acréscimo de 123% no preço, enquanto o sulfato de potássio sofreu o aumento de 86,4% em comparação a 2021 (GLOBALFERT, 2023a).

Desse modo, entende-se que a guerra entre Rússia e Ucrânia se mostrou como fator preponderante para a queda nas importações de fertilizantes de Belarus, seja por conta das sanções impostas ao país, pelo acesso prejudicado ao Mar Negro para o escoamento da produção ou pelo aumento dos preços observados no período em decorrência das incertezas geradas pelo conflito.

5.3.4 Alemanha

Para a série da Alemanha foi identificado um *outlier* do tipo *temporary change* (TC_2012). Na tabela 19 são apresentados os resultados do modelo estatístico.

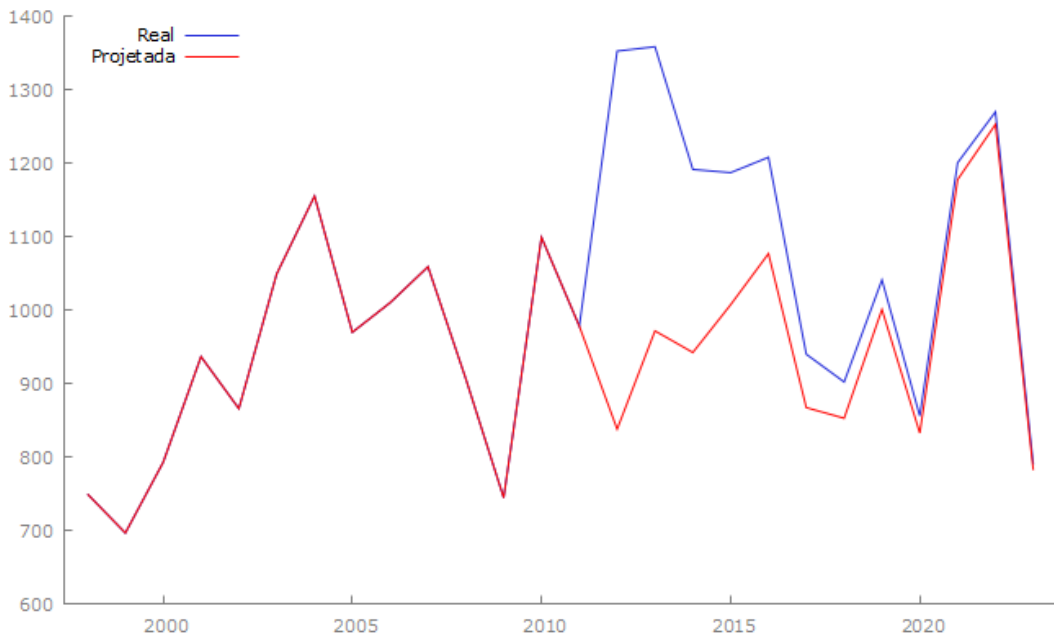
Tabela 19 – Efeito dos *outliers* sobre as importações de fertilizantes potássicos da Alemanha (1998-2023).

Variável	Coefficiente	Erro Padrão	p-valor
MA1	0,17968	0,19675	0,01089**
MU	957,72	38,43225	<0,00001***
TC_2012	465,03	130,65862	0,00212***
BIC	10,2393	AIC	323,3067

Fonte: elaborado pela autora.

De acordo com a projeção realizada, as importações em 2012 seriam de 837,66 mil toneladas. No entanto, o volume importado atingiu a marca de 1.352,27 mil toneladas. Em 2011, as importações reais foram de 977,83 mil toneladas. Dessa forma, entre 2011 e 2012 houve um incremento de 38,24% nas importações de fertilizantes potássicos da Alemanha. Na figura 36 é possível observar o pico atingido pela série real em 2012.

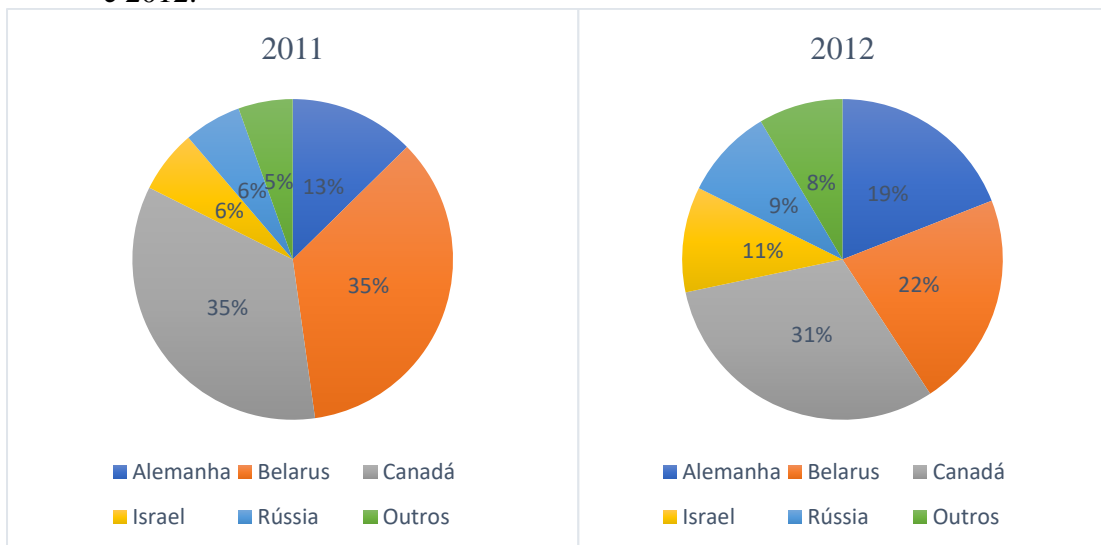
Figura 36 – Importações de fertilizantes potássicos da Alemanha entre 1998 e 2023.



Fonte: elaborado pela autora.

Em 2012, as importações totais de fertilizantes fosfatados foram de 7.104,04 mil toneladas, contra 7.742,04 mil toneladas em 2011, uma redução de 8,23%. Já entre os cinco principais exportadores de potássicos para o Brasil em 2012, nota-se uma queda na participação de Belarus e Canadá em comparação ao ano anterior, conforme pode ser observado na figura 37.

Figura 37 – Participação dos principais países exportadores de potássio para o Brasil em 2011 e 2012.



Fonte: elaborado pela autora a partir de dados de Brasil (2024a).

Com base nas imagens acima, percebe-se a Alemanha teve uma ampliação de 6% na participação das importações, que saiu de 13% para 19%. Já o Canadá apresentou um recuo de 4% e Belarus uma redução de 13%. Israel, Rússia e Outros aumentaram a participação em 5%, 3% e 3%, respectivamente. Com base nos dados de 2012, pode-se inferir que as condições daquela época foram propícias para que o Brasil explorasse outras origens produtoras, o que pode explicar o aumento identificado (LS_2012).

5.3.5 Israel

Para Israel, o modelo identificou quatro outliers, sendo três do tipo *additive* (AO_2009, AO_2004 e AO_2011) e um *level shift* (LS_2017). Na tabela 20 são apresentados os resultados.

Tabela 20 – Efeito dos *outliers* sobre as importações de fertilizantes potássicos de Israel (1998-2023).

Variável	Coefficiente	Erro Padrão	p-valor
AR1	-0,54338	0,16464	0,00358***
MU	672,48	62,04699	<0,00001***
AO_2009	-454,10	116,35209	0,00212***
LS_2017	349,90	99,73934	0,00220***
AO_2004	343,30	116,35209	0,00791***
AO_2011	-294,90	116,35209	0,01991***
BIC	10,2541	AIC	333,1918

Fonte: elaborado pela autora.

Conforme pode-se observar na figura 38, em 2004 ocorreu o primeiro pico na série real. De acordo com a projeção realizada pelo modelo, neste ano as importações seriam de 732,32 mil toneladas. No entanto, as importações reais atingiram o volume de 1.075,62 mil toneladas. Em 2003, esse valor foi de 791,61 mil toneladas, o que representa um aumento de 35,88%.

Figura 38 – Importações de fertilizantes potássicos de Israel entre 1998 e 2023.



Fonte: elaborado pela autora.

Posteriormente, a série volta ao patamar previsto até apresentar duas quedas que geraram dois vales na linha real, AO_2009 e AO_2011. Em 2009, a projeção era de 804,03 mil toneladas. No entanto, o volume real importado foi de 349,92 mil toneladas, sendo verificado pelo modelo o efeito de -454,10 mil toneladas na série. Para 2011, a projeção indicava o volume importado de 786,12 mil toneladas, no entanto as importações reais foram de 491,22 mil toneladas, o que gerou o efeito de -294,90 mil toneladas na série real.

Em 2008, as importações brasileiras foram de 798,33 mil toneladas. A queda ocorrida em 2009 representou a diminuição de 56,14% em comparação ao ano anterior. Já em 2010, as importações de fertilizantes israelenses haviam se recuperado e atingido o valor de 860,20 mil toneladas. Porém, no ano seguinte foi identificado o recuo de 42,92%.

Nos anos seguintes a série real volta a acompanhar as projeções até a ocorrência de uma mudança de nível, identificada em 2017 (LS_2017). Conforme o projetado, as importações neste ano seriam de 662,33. No entanto, o efeito positivo de 349,90 mil toneladas gerou o aumento para 1.012,22 mil toneladas. Com esse valor acima do projetado, a série real revela um pico. Em comparação ao ano de 2016, que teve o volume de 635,81 mil toneladas importado, o aumento ocorrido em 2017 foi de 59,19%.

5.3.6 Total

Para as importações totais de fertilizantes potássicos pelo Brasil, foram identificados dois *outliers*, ambos do tipo *temporary change* (TC_2009 e TC_2015). Em ambos os momentos os efeitos foram negativos, ou seja, representaram quedas na série real. Os resultados da estatística são apresentados na tabela 21.

Tabela 21 – Efeito dos *outliers* sobre as importações totais de fertilizantes potássicos (1997-2023).

Variável	Coefficiente	Erro Padrão	p-valor
MA1	-0,90839	0,082000	<0,00001***
MU	406,34	20,92273	<0,00001***
TC_2009	-3434,4	517,52643	<0,00001***
TC_2015	-1797,6	559,34041	0,00388***
BIC	13,2678	AIC	415,4539

Fonte: elaborado pela autora.

Em 2009, a série projetada previa a importação de 6.925,97 mil toneladas de fertilizantes potássicos. Porém, houve um efeito de -3.434,4 e as importações reais foram de 3.491,53 mil toneladas. Em comparação ao ano de 2008, em que as importações foram de 6.795,61 mil toneladas, houve uma queda de 48,57%.

Como já discutido, em 2009 as importações totais de fertilizantes potássicos foram prejudicadas pelo preço elevado, sendo registrado um consumo interno aparente 43,61% menor em comparação ao ano anterior. Nesse ano, a média de preço pago pelo potássio foi de US\$ 630,67/t (BRASIL, 2012).

Com a queda no volume importado, formou-se um vale no gráfico, conforme pode ser observado na figura 39.

Figura 39 – Importações totais de fertilizantes potássicos entre 1997 e 2023.



Fonte: elaborado pela autora.

Em 2015, a projeção apontava para 10.096,41 mil toneladas importadas. No entanto, com o efeito de -1.797,6, o valor real nas importações foi de 7.894,80. Em comparação ao ano de 2014, em que o Brasil importou 9.109,50, diz-se que houve um recuo de 13,32%. No gráfico é possível observar que a linha projetada apresenta um crescimento contínuo, enquanto a linha real destaca uma queda.

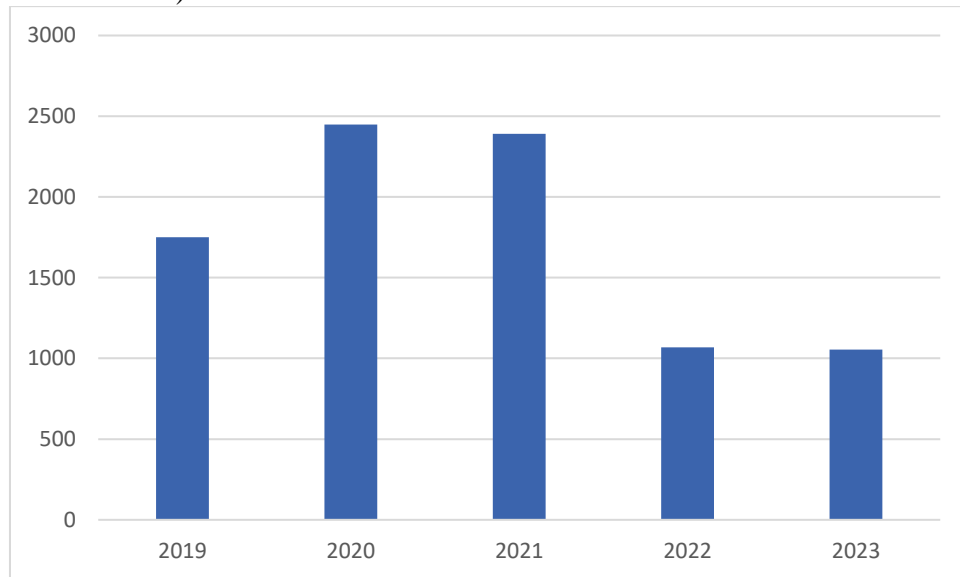
O ano de 2015 foi marcado por uma expressiva queda nas entregas de fertilizantes ao consumidor final. A retração foi generalizada, causada principalmente pelo aumento nos preços dos fertilizantes por conta da valorização do dólar e pela elevação da taxa de juros básicos (FERREIRA; VEGRO, 2015).

5.3.7 Análise sobre as importações de fertilizantes potássicos

Entre os modelos dos fertilizantes potássicos, foram identificados dez *outliers* no total, sendo nove no período entre 1997 e 2019 e um entre 2020 e 2023. De acordo com o modelo para Belarus, em 2022 houve a retração de 55,3% nas importações em comparação a 2021. A figura

40 apresenta a evolução das importações de fertilizantes potássicos do país no período entre 2019 e 2023.

Figura 40 – Importações de fertilizantes potássicos de Belarus entre 2019 e 2023 (em mil toneladas).



Fonte: elaborado pela autora a partir de dados de Brasil (2024a).

Em 2019, Belarus figurava como o terceiro maior exportador de fertilizantes potássicos para o Brasil, com participação de 16,4% das importações. O país estava atrás somente de Canadá, com 32,7% de participação e Rússia, que detinha 28,5% de participação. A tabela 22 apresenta o *ranking* de exportadores de fertilizantes potássicos em 2019.

Tabela 22 – *Ranking* dos principais exportadores de fertilizantes potássicos para o Brasil em 2019.

País	2019	Participação nas importações
Canadá	3.485,32	32,7%
Rússia	3.039,68	28,5%
Belarus	1.751,08	16,4%
Alemanha	1.040,84	9,7%
Israel	936,00	8,8%
Outros	415,22	3,9%
Total	10.668,14	100%

Fonte: elaborado pela autora a partir de dados de Brasil (2024a).

Em 2023, a participação de Belarus nas importações brasileiras caiu para 7,7%. O país saiu de 1.751,08 mil toneladas importadas em 2019, para 1.054,66 mil toneladas, uma redução de 39,79% no período. Também verificou-se o decréscimo nos volumes importados da Alemanha, com queda de 24,15%. A tabela 23 apresenta os dados dos principais exportadores de fertilizantes potássicos em 2023.

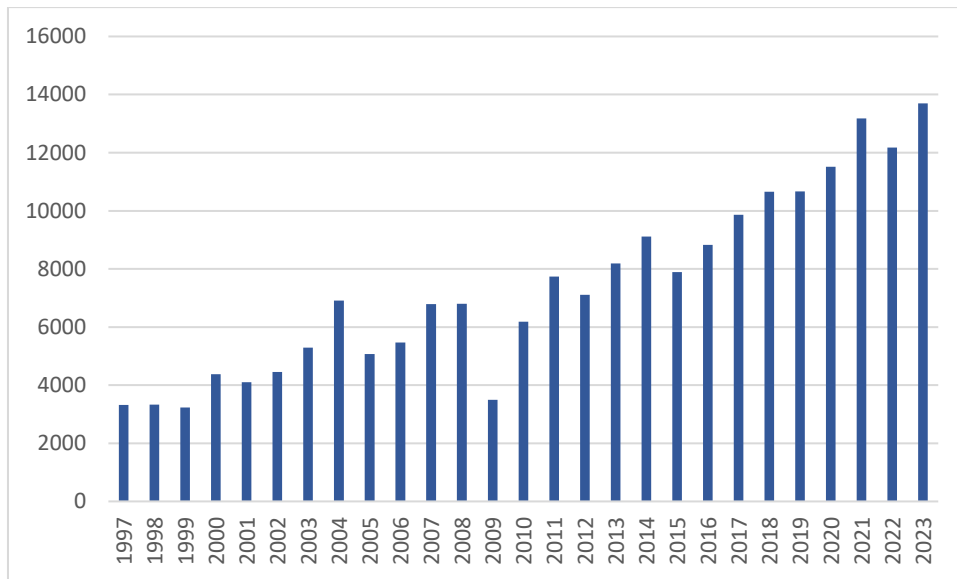
Tabela 23 – *Ranking* dos principais exportadores de fertilizantes potássicos para o Brasil em 2023.

País	2023	Participação nas importações
Canadá	4.951,35	36,2%
Rússia	4.027,98	29,4%
Uzbequistão	1.175,57	8,6%
Belarus	1.054,66	7,7%
Israel	1.046,14	7,6%
Outros	1.438,91	10,5%
Total	13.694,61	100%

Fonte: elaborado pela autora a partir de dados de Brasil (2024a).

Entre 2019 e 2023, as importações totais de fertilizantes potássicos apresentaram um aumento de 28,3%. Mesmo diante de dois eventos que causaram incertezas quanto ao abastecimento de fertilizantes para as cadeias globais de alimentos, o Brasil continuou com a ampliação de sua demanda. Conforme pode ser consultado na figura 41, as importações tiveram um crescimento contínuo desde 2015 e somente apresentaram queda em 2022, ano em que teve início o conflito Rússia X Ucrânia e, também, ano em que foi identificado o *outlier* de efeito negativo na série de Belarus.

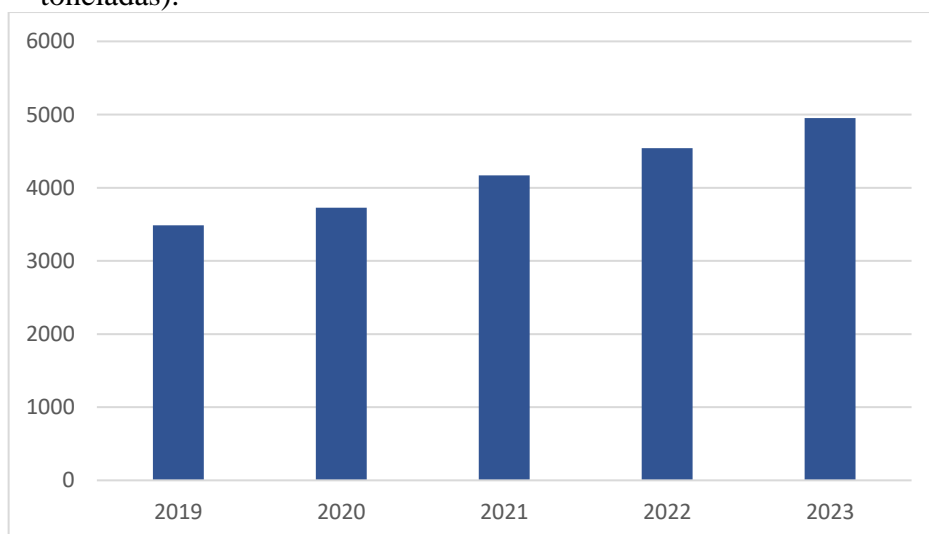
Figura 41 – Importações totais de fertilizantes potássicos entre 1997 e 2023 (em mil toneladas).



Fonte: elaborado pela autora com base nos dados de Brasil (2024a).

Diante da crescente demanda por fertilizantes potássicos, o Canadá ampliou a sua participação nas importações brasileiras. As sanções contra a Rússia e Belarus, em conjunto com problemas de logística para o escoamento da produção, tornaram o Canadá a via mais acessível para que o Brasil mantivesse as importações de potássicos, mesmo com preços menos competitivos (VEGRO; ANGELO, 2023). A figura 42 apresenta a evolução das exportações de fertilizantes potássicos do Canadá para o Brasil entre 2019 e 2023.

Figura 42 – Importações de fertilizantes potássicos do Canadá entre 2019 e 2023 (em mil toneladas).

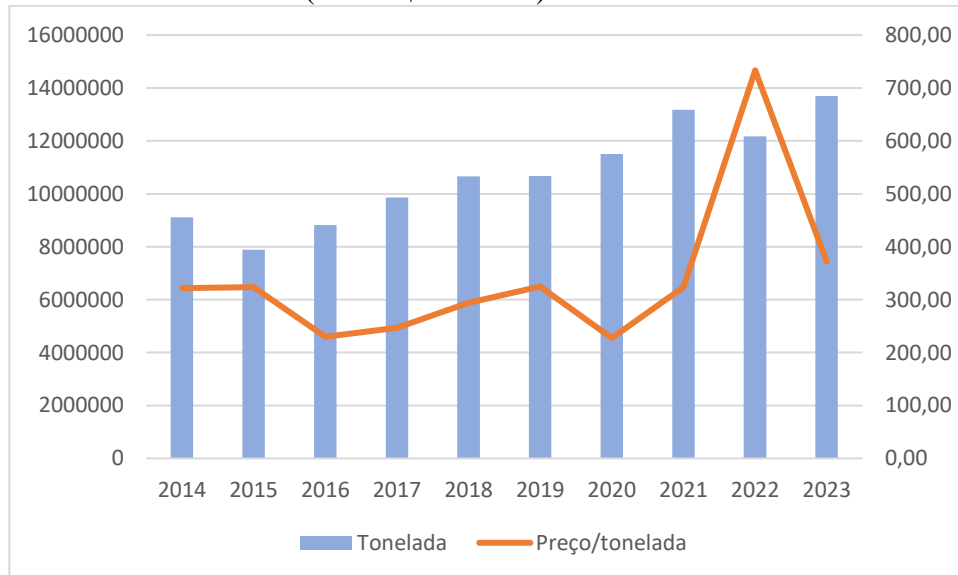


Fonte: elaborado pela autora com base nos dados de Brasil (2024a).

A Rússia, mesmo envolvida em um grande conflito, ainda se manteve como um dos principais exportadores de potássicos para o Brasil. No período entre 2019 e 2023, houve somente uma retração nas importações russas. Em 2022, o volume importado foi de 3.115,76 mil toneladas. Em comparação a 2021, em que as importações atingiram o volume de 3.607,89 mil toneladas, houve um recuo de 15,8%. Em 2023, a Rússia enviou 4.027,98 mil toneladas de fertilizantes à base de potássio para o Brasil. Em relação ao ano anterior, verificou-se o aumento de 29,3%.

Ao analisar o comparativo entre preço e demanda, nota-se que ao longo da série as oscilações de preço mantiveram-se estáveis, bem como a quantidade importada. Em 2022, quando os preços pelos potássicos atingiram um valor histórico, as importações sofreram um decréscimo. Neste ano, o preço da tonelada chegou a US\$733. No ano seguinte, quando os valores pagos ao potássio caíram para US\$371/tonelada, houve uma recuperação nas importações. A figura 43 apresenta o comparativo entre a quantidade importada e o valor pago pela tonelada de fertilizantes potássicos.

Figura 43 – Comparativo entre as importações e os preços pagos pelos fertilizantes potássicos entre 2014 e 2023 (em US\$/tonelada).



Fonte: elaborado pela autora a partir de dados de Brasil (2024a).

As análises também permitiram verificar a busca por outras origens de potássio, sendo identificado o aumento das importações da Jordânia e da Bolívia. Em 2019, as importações dos dois países foram 42,24 mil toneladas e 17,71 mil toneladas, respectivamente. Em 2023, esses valores passaram para 253,37 mil toneladas e 47,21 mil toneladas. Ainda em 2023, o

Uzbequistão apareceu como o terceiro principal exportador para o Brasil, com participação de 8,6% nas importações totais de potássio (BRASIL, 2024a).

O conflito entre Rússia e Ucrânia gerou incertezas quanto ao abastecimento de fertilizantes, ocasionados principalmente pelos impactos causados na cadeia produtiva, como o aumento do preço das matérias-primas e as dificuldades logísticas. Tal cenário contribuiu para que o Brasil aumentasse seu portfólio de fornecedores, indo em busca de novas origens, como a Jordânia e o Uzbequistão. Ao mesmo tempo, o país ainda busca fortalecer as parcerias já estabelecidas com mercados tradicionais, como é o caso do Canadá, Marrocos e Irã, além de pensar em estratégias para fomentar a indústria nacional (LUSA AGÊNCIA DE NOTÍCIAS DE PORTUGAL, 2022).

Ainda em 2022, o então Ministro da Agricultura, Marcos Montes, visitou as instalações da Arab Potash Company (APC), indústria de fertilizantes situada na Jordânia. O objetivo da visita foi o de estreitar as relações e conseguir o aumento das exportações da indústria para o Brasil (BRASIL, 2022b).

Assim como ocorreu com as importações de fertilizantes nitrogenados, o Brasil foi em busca de novas origens para garantir o abastecimento interno. Diante de um cenário preocupante, em que Belarus e Rússia sofreram sanções econômicas e tiveram problemas para escoar a produção, o país conseguiu ampliar o volume importado do Canadá, que já figurava como um grande exportador de potássio para o mercado brasileiro, além de conseguir estabelecer acordos para que o Uzbequistão se tornasse fonte alternativa de potássicos.

Resumidamente, diz-se que os principais fatores que influenciaram as quedas nos fluxos de importações de fertilizantes potássicos foram os aumentos nos preços do potássio, ocasionado em um primeiro momento pela valorização do dólar e, mais recentemente, pelo confronto entre Rússia e Ucrânia; bem como pelo aumento da taxa de juros básicos. Mudanças positivas nos fluxos de importação foram observados em momentos específicos nas séries de Israel e Alemanha, sendo considerado que, naquele determinado momento, a indústria brasileira definiu que seria apropriado obter os insumos dessas origens.

5.4 Fertilizantes que contenham dois ou três elementos (nitrogênio, potássio e fósforo)

Os resultados dos modelos para os principais exportadores de formulações que contenham dois ou três elementos para o Brasil, bem como as importações totais desse produto

são apresentados nesta seção. Em 2019, de acordo com Brasil (2024a), os cinco maiores exportadores foram Estados Unidos, Rússia, Marrocos, Arábia Saudita e China.

Dentre os países citados, somente a Arábia Saudita não foi analisada por meio do método TRAMO. Os dados disponíveis para o país na plataforma Comex Stat abrangem o período entre 2014 e 2023, o que inviabiliza a análise por séries temporais. Porém, optou-se pela criação de uma série temporal utilizando-se o Excel.

Na tabela 24 são apresentadas as informações gerais dos modelos construídos para os demais países, bem como para o volume total importado.

Tabela 24 – Características dos modelos elaborados para os países exportadores de fertilizantes que contenham dois ou três elementos (nitrogênio, potássio e fósforo).

País	Período	Modelo	Nível Crítico	Log
Estados Unidos	1997-2023	ARIMA (1,0,0)	2,5	Sim
Rússia	1997-2023	ARIMA (1,0,0)	2,5	Não
Marrocos	2002-2022	ARIMA (0,0,2)	2,1	Sim
Arábia Saudita	2014-2022	-	-	-
China	1998-2023	ARIMA (0,1,1)	2,3	Não
Total	1999-2023	ARIMA (2,1,0)	2,5	Não

Fonte: elaborado pela autora.

Nas próximas seções serão apresentadas, individualmente, os resultados estatísticos de cada modelo.

5.4.1 Estados Unidos

O modelo dos Estados Unidos para as importações de fertilizantes que contenham dois ou três elementos identificou três *outliers*, sendo um *temporary change* (TC_2006), um *aditive* (AO_2004) e um *level shift* (LS_2001). Os resultados são apresentados na tabela 25.

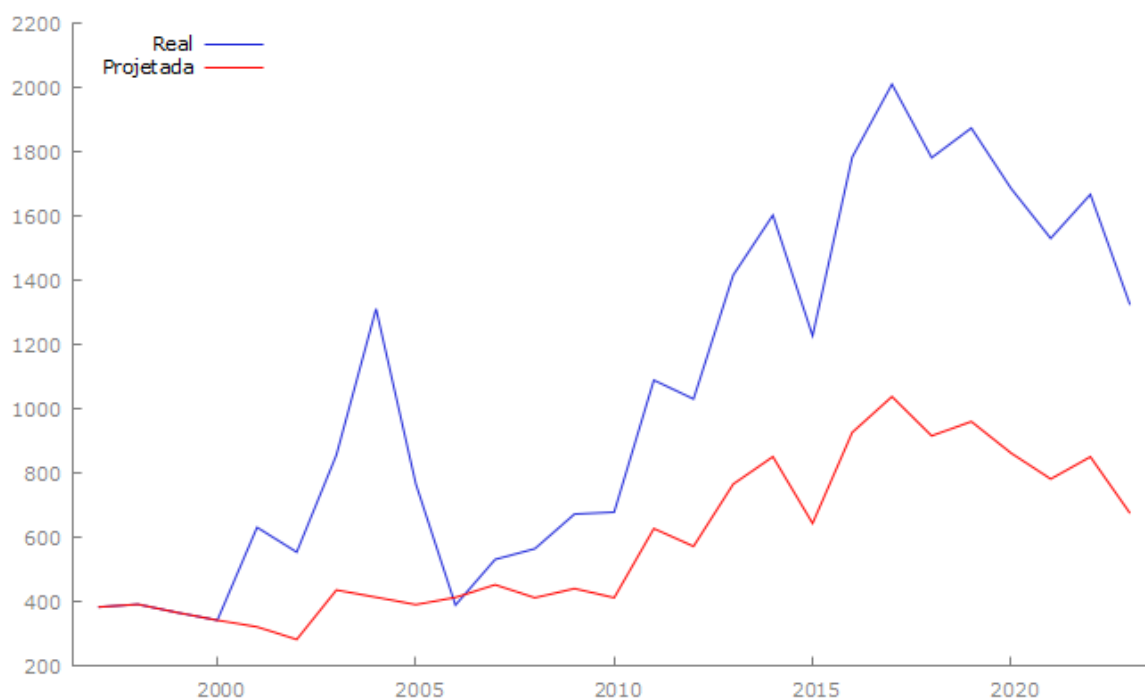
Tabela 25 – Efeito dos *outliers* sobre as importações de fertilizantes com dois ou três elementos dos Estados Unidos (1997-2023).

Variável	Coefficiente	Erro Padrão	p-valor
ARI	-0,88124	0,090966	<0,00001***
MU	6,2769	0,29087	<0,00001***
TC_2006	-0,73582	0,18919	0,00079***
AO_2004	0,47921	0,14618	0,00342***
LS_2001	0,67577	0,19500	0,00217***
BIC	-2,8658	AIC	-5,7338

Fonte: elaborado pela autora.

Em 2001, houve uma mudança de nível (LS_2001). Conforme a projeção, neste ano as importações seriam de 320,76 mil toneladas. No entanto, volume real das importações atingiu o valor de 630,47 mil toneladas. Em 2004, foi identificado um novo aumento (AO_2004). Segundo a série projetada, as importações seriam de 412,95 mil toneladas. Porém, segundo a série real, esse valor chegou a 1.310,69 mil toneladas. No ano anterior, o volume importado foi de 855,81 mil toneladas, sendo identificado o aumento de 53,12% no período. Na figura 44 é possível observar os dois picos causados pelos efeitos positivos na série.

Figura 44 – Importações de fertilizantes que contenham dois ou três elementos dos Estados Unidos entre 1997 e 2023.



Fonte: elaborado pela autora.

Em 2006, o efeito causado na série foi negativo, sendo identificada uma diminuição nas importações (TC_2006). Conforme projetado, a série não sofreria alterações relevantes, mantendo-se no patamar com a importação de 412,55 mil toneladas. Porém, nota-se uma queda no período entre 2004 e 2006. Em 2006, as importações foram de apenas 388,51 mil toneladas. Em comparação ao ano de 2004, a redução foi de 70,38%.

5.4.2 Rússia

Para Rússia, o modelo identificou quatro *outliers*, sendo dois *temporary change* (TC_2009 e TC_2015) e dois *level shift* (LS_2021 e LS_2011). A tabela 26 apresenta os resultados da estatística.

Tabela 26 – Efeito dos *outliers* sobre as importações de fertilizantes com dois ou três elementos da Rússia (1997-2023).

Variável	Coefficiente		p-valor
AR1	-0,88072	0,091151	<0,00001***
MU	970,56	363,38736	0,01433***
TC_2009	-752,08	253,90750	0,0075***
LS_2021	791,95	259,36275	0,00608***
LS_2011	769,30	258,41247	0,00714***
TC_2015	-705,13	250,38025	0,01026**
BIC	11,5813	AIC	383,0364

Fonte: elaborado pela autora.

Em 2009, foi identificada uma mudança temporária no padrão da série russa (TC_2009). De acordo com a projeção realizada pelo modelo, nesse ano as importações seriam de 1.014,01 mil toneladas. No entanto, o efeito de -752,08 causou uma queda na série real, sendo importado naquele ano 261,93 mil toneladas de fertilizantes.

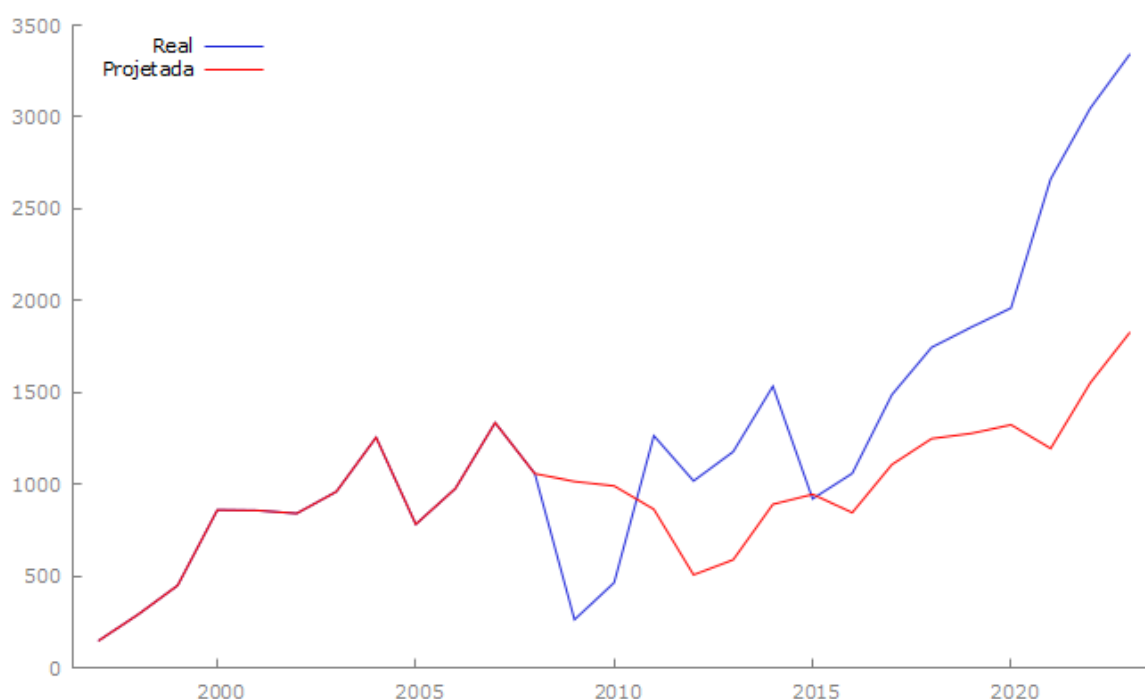
Em 2011, foi identificada uma mudança de nível (LS_2011). A projeção previu que as importações seriam de 862,71 mil toneladas. No entanto, na série real o volume importado foi de 1.263,48 mil toneladas. Em comparação ao ano de 2010, que teve uma importação de 463,37 mil toneladas, o incremento foi de 172,62%.

As vendas de fertilizantes no Brasil cresceram 15,5% entre 2010 e 2011, sendo comercializados 28.326 milhões de toneladas (28.326 mil t.), um recorde até aquele momento

(FERREIRA; VEGRO, 2012). Já as importações dos compostos de NPK apresentaram um aumento de cerca de 30%, com o volume de 19,9 milhões de toneladas (19.900 mil t.) adquiridas em 2011 (GOMES, 2012).

Por se tratar de uma mudança de nível, entre 2011 e 2014 a série se manteve em um mesmo patamar, até uma nova mudança temporária em 2015. Na figura 45 é possível conferir as variações ocorridas entre 2011 e 2014, bem como a queda em 2015.

Figura 45 – Importações de fertilizantes que contenham dois ou três elementos da Rússia entre 1997 e 2023.



Fonte: elaborado pela autora.

Em 2015, o *outlier* identificado foi do tipo *temporary change*, que causou um efeito negativo na série. De acordo com a série projetada, neste ano as importações seriam de 944,28 mil toneladas. Porém, na série real as importações atingiram o volume de 919,96 mil toneladas. Em comparação com 2014, que apresentou o volume importado de 1.532,88, a queda foi de 39,96%.

Neste ano também foi observada a queda na quantidade de fertilizantes entregues ao mercado, sendo verificado o volume de 30,2 milhões de toneladas (30.200 mil t.). Anteriormente, em 2014, as entregas foram de 32,2 milhões de toneladas (32.200 mil t.) (ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS, 2016).

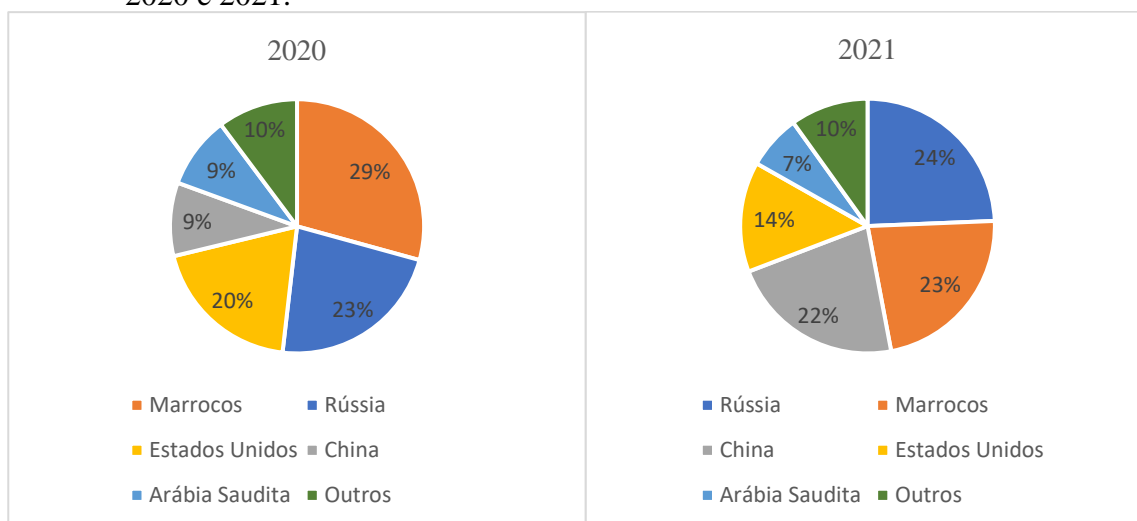
Nos anos seguintes a série retoma o padrão de crescimento contínuo, até o acontecimento de um *level shift* em 2021 (LS_2021). Para este ano, a projeção indicou as importações de 1.194,01 mil toneladas. No entanto, as importações reais foram de 2.661,88 mil toneladas. Em comparação ao ano de 2020, que apresentou um volume de 1.958,94 mil toneladas de fertilizantes importados, nota-se o aumento de 35,91%.

Nos anos seguintes, os valores das importações se mantiveram elevados, sendo 3.047,91 mil toneladas, em 2022 e 3.342,67 mil toneladas, em 2023. Esse aumento ao longo dos últimos três anos caracteriza-se como a mudança de nível identificada pelo modelo.

Mesmo com a pandemia de Covid-19 e com os altos preços praticados no mercado, o Brasil aumentou em 25,78% as importações de formulações que contenham dois ou três elementos da tríade nitrogênio, fósforo e potássio (GLOBALFERT, 2022; BRASIL, 2024a).

Em 2021, conforme pode ser observado na figura 46, o Brasil aumentou em 1% a participação dos fertilizantes russos no mercado nacional. Também houve incremento de 13% na participação da China. No mesmo período, verificou-se a diminuição considerável nas importações do Marrocos, com a redução de 6% da sua participação; Estados Unidos, que também teve uma queda de 6% e Arábia Saudita, com retração de 2% na participação das importações nacionais. Já o total importado de outros países manteve a participação de mercado nos anos de 2020 e 2021, com 10% (BRASIL, 2024a).

Figura 46 – Participação dos principais países exportadores de formulações de fertilizantes em 2020 e 2021.



Fonte: elaborado pela autora a partir de dados de Brasil (2024a).

Em 2021, houve um aumento de 107,4% das importações totais de produtos oriundos da Rússia, em comparação ao ano anterior. Esse incremento se deu, principalmente, pelas

compras de químicos e fertilizantes. Em termos de movimentações financeiras, o valor de adubos importados pelo Brasil foi de US\$ 3.531,28 bilhões, que representa participação de 61,97% do total importado de produtos russos (APEX-BRASIL, 2022).

5.4.3 Marrocos

O modelo para o Marrocos identificou um *outlier* do tipo *temporary change* (TC_2000) no período estudado. Na tabela 27 podem ser conferidas as estatísticas do modelo.

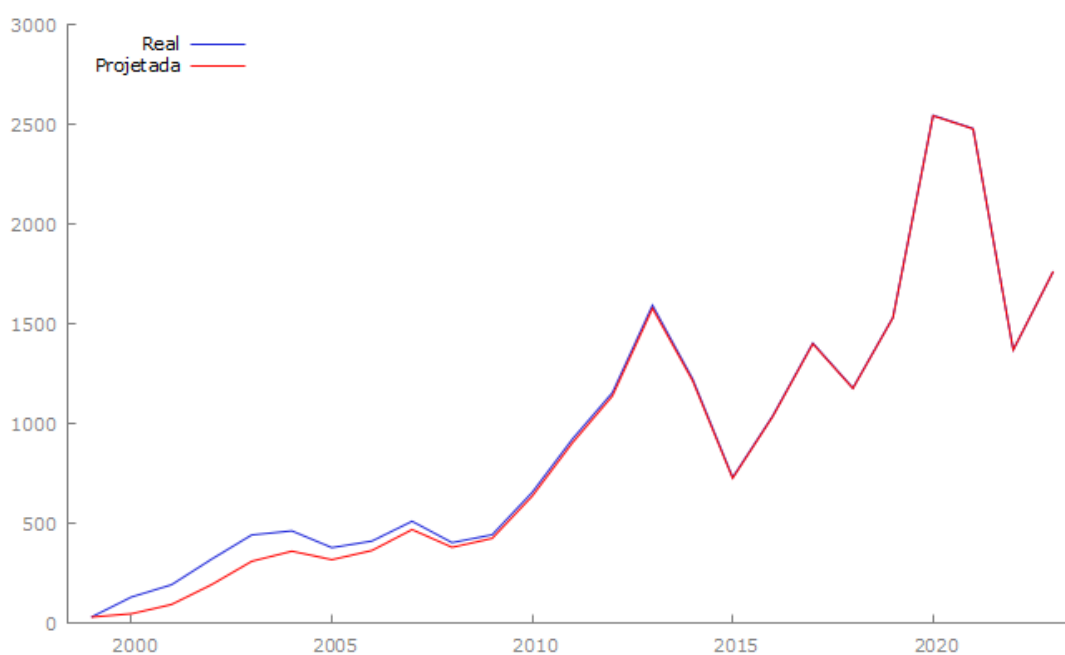
Tabela 27 – Efeito dos *outliers* sobre as importações de fertilizantes com dois ou três elementos do Marrocos (2002-2023).

Variável	Coefficiente	Erro Padrão	p-valor
MA1	0,83960	0,11088	<0,00001***
TC_2000	0,10624	0,01225	0,00061***
BIC	-2,1594	AIC	15,1475

Fonte: elaborado pela autora.

Na figura 47 são apresentadas as séries real e projetada, sendo possível observar a ocorrência do *outlier* em 2000 (TC_2000).

Figura 47 – Importações de fertilizantes que contenham dois ou três elementos do Marrocos entre 2002 e 2023.



Fonte: elaborado pela autora.

Conforme projetado pelo modelo, no ano 2000 as importações seriam de 46,08 mil toneladas. No entanto, o volume real importado foi de 130,13 mil toneladas. Em comparação ao ano de 1999, que apresentou importação de 29,47 mil toneladas, o incremento no período foi de 341,57%.

De acordo com a figura, a partir de 2000 há uma mudança temporária na série real, com um impacto positivo que permanece nos anos seguintes. A partir de 2009, as séries real e projetada acompanham as mesmas variações, não sendo observado nenhum pico ou vale em nenhuma das duas. A partir de 2010 até o final da série, em 2023, as alterações são praticamente imperceptíveis, com a sobreposição da linha real na linha projetada.

Em 2000, houve o aumento na utilização e nas importações de NPK pelo Brasil. Verificou-se que, neste ano, foram consumidas 6.568 mil toneladas de NPK, quantidade 20,75% superior em relação ao ano de 1999 (5.439 mil toneladas consumidas). Já o volume importado em 2000 foi de 4.937 mil toneladas. No ano anterior, as importações foram de 3.446 mil toneladas. Nesse sentido, no período foi verificado o aumento de 43,27% nas importações de NPK.

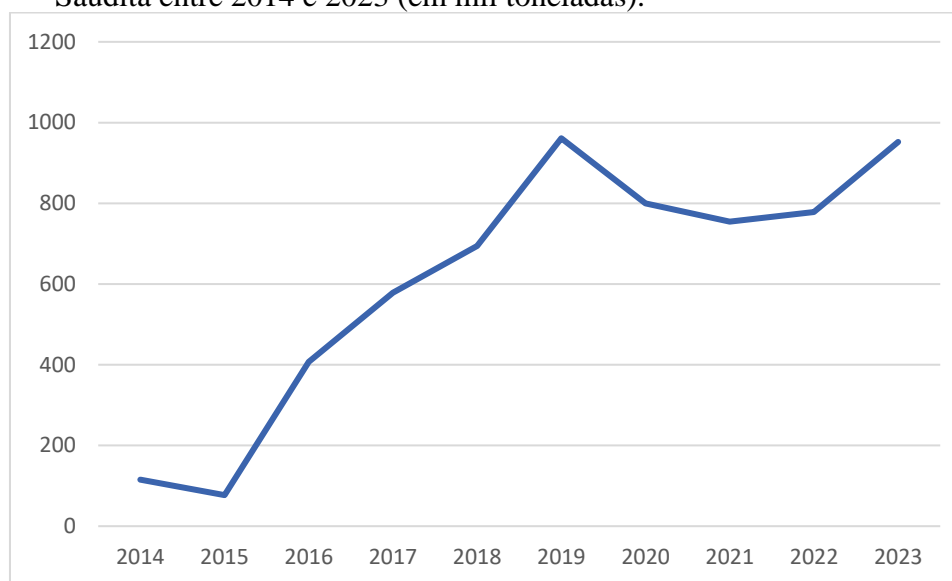
5.4.4 Arábia Saudita

Os dados de importação de fertilizantes que combinem dois ou três elementos da Arábia Saudita compreendem o período entre 2014 e 2022. Diante do baixo número de observações, optou-se por não utilizar o TRAMO. No entanto, com auxílio do Excel foi criado um gráfico com o período disponível.

A partir de 2016, nota-se o constante crescimento nas importações de fertilizantes da Arábia Saudita, com o valor recorde de 961,10 mil toneladas, em 2019. Nos anos seguintes, verificou-se uma retração nas importações, sendo constatado o volume de 799,56 mil toneladas importadas em 2020 e de 754,32 mil toneladas, em 2021. A partir de 2022, os volumes importados começaram a subir novamente, sendo registrado 778,60 mil toneladas neste ano, e 952,10 mil toneladas em 2023.

Na figura 48 é possível observar a evolução das importações de formulações da Arábia Saudita pelo Brasil, no período entre 2014 e 2023.

Figura 48 – Importações de fertilizantes que contenham dois ou três elementos da Arábia Saudita entre 2014 e 2023 (em mil toneladas).



Fonte: elaborado pela autora.

Em 2020, as trocas comerciais entre Brasil e Arábia Saudita atingiram a marca de US\$3,4 bilhões, valor 20% menor em comparação ao ano de 2019. Já em 2021, observou-se recuperação no comércio bilateral, sendo registrado entre janeiro e setembro o valor de US\$3,57 bilhões. As importações brasileiras neste período foram de US\$2,04 bilhões (BRASIL, 2021b).

5.4.5 China

Na série da China foram identificados dois *outliers*. Um *temporary change* em 2014 (TC_2014) e um *additive outlier* em 2021 (AO_2021). A tabela 28 apresenta as estatísticas do modelo.

Tabela 28 – Efeito dos *outliers* sobre as importações de fertilizantes com dois ou três elementos da China (1998-2023).

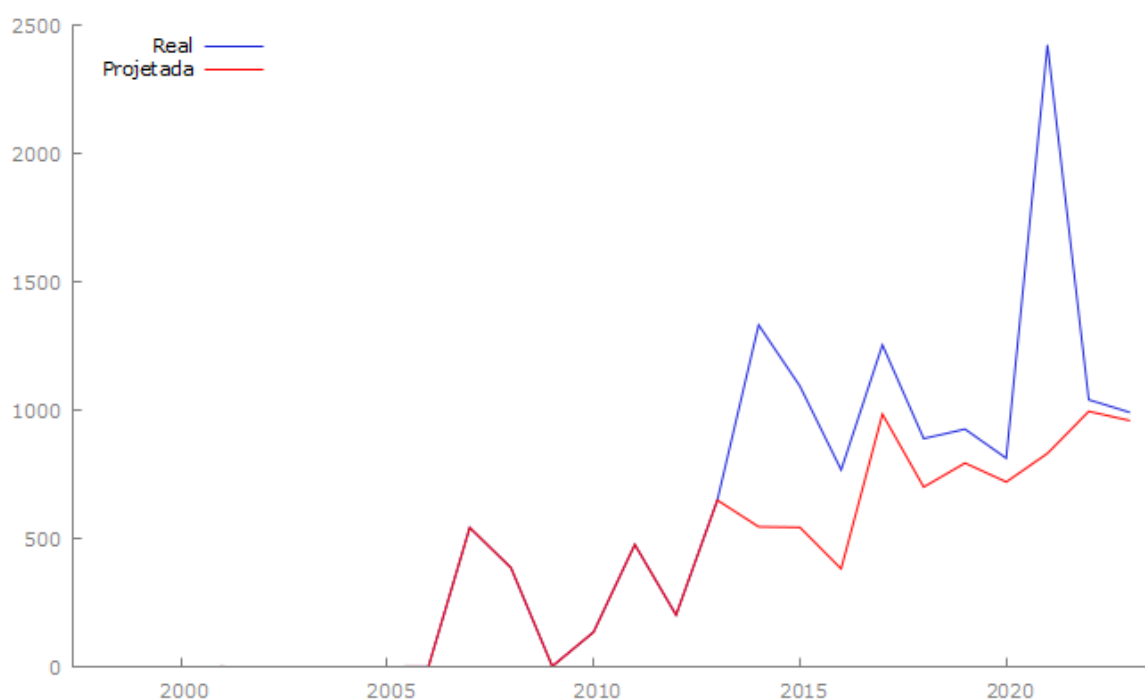
Variável	Coefficiente	Erro Padrão	p-valor
MA1	-0,99947	0,065197	<0,00001***
MU	43,119	5,22104	<0,00001***
AO_2021	1526,3	188,75744	<0,00001***
TC_2014	786,19	153,77073	0,00004***
BIC	10,8475	AIC	285,3917

Fonte: elaborado pela autora.

Em 2014, a previsão do modelo indicava o volume importado da China de 545,33 mil toneladas. No entanto, o efeito de +786,19 elevou as importações reais para 1.331,52 mil toneladas. Em comparação a 2013, ano em que o Brasil importou 648,81 mil toneladas, houve um aumento de 144,11%. Em 2015, nota-se uma diminuição no efeito da mudança temporária, sendo identificado a importação de 1.093,39 mil toneladas. Em 2016, o valor caiu para 766,86 mil toneladas.

Conforme pode ser observado na figura 49, a partir de 2014 a série real se desprende da série projetada, o que indica o aumento acima do esperado no volume importado. Nos anos seguintes, mesmo com quedas na série real, os seus valores se mantêm acima das projeções realizadas pelo modelo. De acordo com Ferreira (2015), desde 2012 o Brasil tem aumentado as importações de fertilizantes oriundos da China, impulsionado pela adoção de uma política progressiva de liberalização do mercado chinês, e pela unificação e redução nas tarifas de exportação desses produtos.

Figura 49 – Importações de fertilizantes que contenham dois ou três elementos da China entre 1998 e 2023.



Fonte: elaborado pela autora.

Apesar da série real se mostrar acima da série projetada, ambas seguem o mesmo padrão até o ano de 2021, quando é identificado um novo *outlier* (AO_2021). Com um efeito de

+1.526,3, nota-se uma adição ao volume real de importação, o que gerou um pico na série conforme observado na figura acima.

Segundo a projeção do modelo, em 2021 as importações seriam de 831,44 mil toneladas. No entanto, neste ano o volume real importado foi de 2.422,49 mil toneladas. Em 2020, esse valor foi de 812,42 mil toneladas. Nesse sentido, houve um incremento de 197%. Nos anos seguintes, 2022 e 2023, o volume de importação recuou para 1.040,19 mil toneladas e 990,56 mil toneladas, respectivamente.

Conforme discutido anteriormente, em 2021 o Brasil aumentou em 25,78% as importações de fertilizantes com dois ou três elementos em sua formulação (GLOBALFERT, 2022; BRASIL, 2024a). Neste ano, a participação da China nas importações desse tipo de fertilizante foi de 22%, um aumento de 13% em comparação ao ano de 2020.

Entre os cinco maiores exportadores de formulações para o Brasil, a China foi o país que apresentou um maior incremento na participação entre os anos de 2020 e 2021. As demais nações apresentaram o seguinte desempenho: a) Rússia, participação de 24% do mercado, mas com aumento de apenas 1% no período; b) Marrocos, com participação de 23% do mercado, mas com recuo de 6% nas importações brasileiras entre 2020 e 2021; c) Estados Unidos, participação de 14%, mas com diminuição de 6%; d) Arábia Saudita, com participação de 7% e retração de 2% e; e) importações totais de outros países, que apresentou participação de 10% e nenhuma alteração no período entre 2020 e 2021 (BRASIL, 2024a).

Em 2022, as importações totais da China movimentaram US\$60,7 bilhões. Somente as importações de fertilizantes químicos (exceto fertilizantes brutos) geraram o valor de US\$2,3 bilhões, com uma participação de 3,9% do total movimentado. Tal valor coloca os adubos como o quinto produto chinês mais importado pelo Brasil. Também ressalta-se que entre 2018 e 2022 as importações totais de fertilizantes apresentaram o crescimento de 39,2% ao ano (APEX - BRASIL, 2023b).

A queda posterior, ocorrida em 2022 e 2023, pode ser explicada pela medida adotada pelo governo chinês para garantir o suprimento interno de fertilizantes. Em outubro de 2021, foi decretado que as cargas de fertilizantes exportadas deveriam passar por inspeções. A espera pela liberação das cargas aumentou os custos logísticos e atrapalhou a comercialização dos produtos (STONE X, 2022).

5.4.6 Total

Para a série que retrata as importações totais de fertilizantes que contenham dois ou três elementos foram identificados quatro *outliers* no período estudado. Três dos *outliers* são do tipo *additive* (AO_2021, AO_2010 e AO_2009) e somente um do tipo *level shift* (LS_2005). As estatísticas do modelo podem ser conferidas na tabela 29.

Tabela 29 – Efeito dos *outliers* sobre as importações totais de fertilizantes com dois ou três elementos (2002-2023).

Variável	Coefficiente	Erro Padrão	p-valor
AR1_1	0,60161	0,00010760	<0,00001***
AR1_2	0,73061	0,00027036	<0,00001***
MU	397,31	52,87141	<0,00001***
AO_2021	2236,5	500,46926	0,00029***
AO_2010	-1995,0	432,62970	0,00022***
LS_2005	-1303,6	417,92685	0,00591***
AO_2009	-1330,4	432,62970	0,00645***
BIC	13.1510	AIC	377,1422

Fonte: elaborado pela autora.

Os três primeiros *outliers* identificados pelo modelo apontam efeitos negativos na série, sendo eles LS_2005, AO_2009 e AO_2010. Em 2005, tem-se um *outlier* do tipo *level shift*, com um efeito de -1303,6. Neste ano, a projeção indicou o volume de importações de 3.578,35 mil toneladas. No entanto, a série real revela que o nível importado foi de 2.274,70 mil toneladas. Em comparação ano de 2004, em que as importações foram de 3.701,27 mil toneladas, o recuo foi de 38,54%.

Em 2005, as vendas totais de fertilizantes tiveram queda de 11,3% em relação ao ano anterior. A redução na área plantada de soja, algodão, arroz e trigo foi apontada como fator influenciador para a diminuição observada (FERREIRA; VEGRO, 2006). Em relação ao consumo de NPK, nota-se a redução de 11,29% entre 2004 e 2005. Em 2004, foram consumidas 9,6 milhões de toneladas (9.600 mil t.) da formulação, enquanto no ano seguinte esse valor caiu para 8,5 milhões de toneladas (8.500 mil t.) (YAMADA, 2007).

Na figura 50 é possível observar que posteriormente a série real segue em um patamar abaixo do que foi projetado pelo modelo. Em 2009, nota-se uma queda acentuada no gráfico,

sendo identificado um *additive outlier* (AO_2009). Para este ano, a previsão indicou a importação de 4.392,40 mil toneladas de fertilizantes com dois ou mais elementos. No entanto, o volume real importado foi de 1.758,33 mil toneladas. Em comparação ao ano de 2008, que teve o desempenho de 2.982,16 mil toneladas importadas, houve o decréscimo de 41%.

Figura 50 – Importações totais de fertilizantes que contenham dois ou três elementos entre 1997 e 2023.



Fonte: elaborado pela autora.

Já em 2010, um novo *additive outlier* (AO_2010) identificou mais uma queda. De acordo com o projetado, as importações seriam de 5.779,48 mil toneladas. Porém, as importações reais foram de 2.480,82 mil toneladas. Esse valor é maior que o importado em 2009, porém abaixo das expectativas geradas pelo modelo.

Em 2008, as importações totais de fertilizantes foram de 15.387 mil toneladas. Já em 2009, o volume importado foi de 11.021 mil toneladas. No período, houve uma queda de 28,4% nas importações. Ainda foi verificado que a indústria nacional iniciou o ano de 2009 com um alto volume estocado de fertilizantes, 6.404 mil toneladas. Esse total estocado é apontado como fator que influenciou a diminuição nas quantidades importadas e, também, produzidas neste ano (FERREIRA; VEGRO, 2010).

Já em 2010, observa-se uma recuperação nos valores totais de importação de fertilizantes, que passaram para 15.282 mil toneladas. Um aumento de 38,7% em comparação

a 2009. Também foi observado um aumento nas vendas de fertilizantes no Brasil, com o total de 24,51 mil toneladas. Um incremento de 9,4% em relação a 2009 (FERREIRA; VEGRO, 2011). Apesar do crescimento aferido no período, as importações reais mantiveram-se abaixo dos volumes projetados.

Em 2021, foi identificado um *outlier* aditivo na série, com efeito positivo de 2.236,5 mil toneladas. Neste ano, o projetado para as importações totais de formulações foi de 9.996,58 mil toneladas. Porém, conforme a série real, foram importadas 10.929,41 mil toneladas. Em comparação ao ano de 2020, que apresentou o volume importado de 8.688,90 mil toneladas, o aumento foi de 25,78%. Na figura acima é possível observar que o pico gerado na série real ultrapassa a linha da série projetada, o que indica um valor acima da expectativa idealizada para o período.

O ano de 2021 foi marcado pelo significativo aumento nas importações totais de fertilizantes, que atingiram a marca de 41,6 milhões de toneladas (41.600 mil t.). No ano anterior, esse valor foi de 34,2 milhões de toneladas (34.200 mil t.). O aumento no período foi de 21,64%. As importações totais bateram o recorde histórico, mesmo diante de fatores que contribuíram para o aumento do preço médio, como o aumento do preço dos combustíveis a nível mundial e as inseguranças quanto a capacidade de abastecimento da China e Rússia, principais *players* do mercado (BRASIL, 2022a). Com relação aos fertilizantes NPK, mais especificamente, alguns fatores que contribuíram para o aumento dos preços foram a baixa oferta e a redução nas exportações chinesas; o preço elevado das matérias-primas; aumento da demanda indiana e a imposição de sanções a Belarus (GLOBALFERT, 2022).

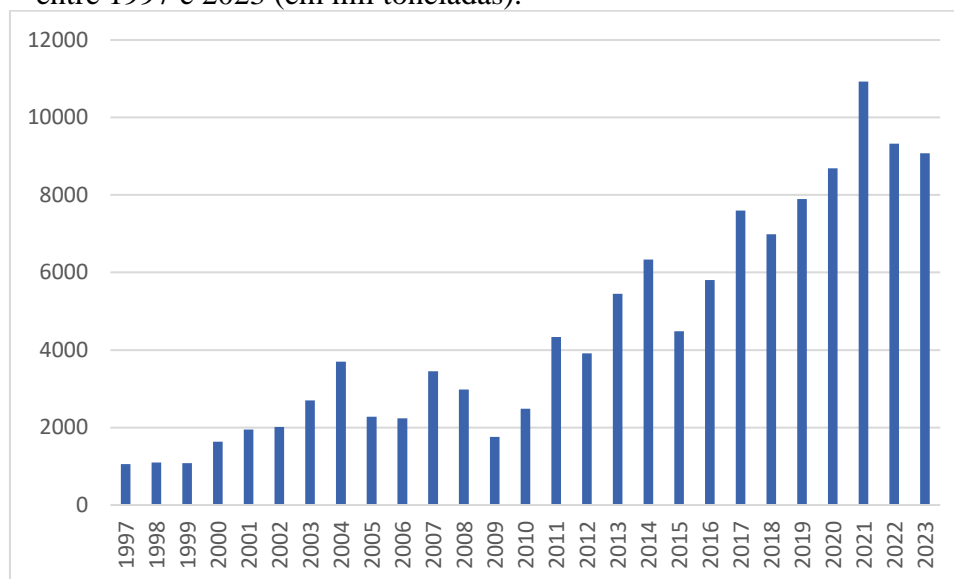
O incremento nas importações pode ser explicado pelo adiantamento das compras para o semestre, que ocorreu devido à relação de troca favorável para as principais *commodities* agrícolas; além do bom cenário econômico presente na primeira metade de 2021. No segundo semestre, também se observou o adiantamento das compras de fertilizantes, principalmente para a cultura do milho. Os produtores foram motivados pelas incertezas quanto a possíveis aumentos no preço, além do receio do desabastecimento dos produtos russos e chineses (GLOBALFERT, 2022).

5.4.7 Análise sobre as importações de fertilizantes que contenham dois ou três elementos

Para os fertilizantes caracterizados como formulações com dois ou três elementos, os modelos identificaram o total de quatorze *outliers*. Desses, onze ocorrem no período que abrange os anos entre 1997 e 2019. Os outros três foram detectados entre 2020 e 2023.

Para as formulações, os modelos de Rússia, China e de importação total identificaram *outliers* com efeito positivo nas importações no ano de 2021. Conforme pode ser observado na figura 51, esse ano foi marcado pelo recorde no volume importado, com 10.929,41 mil toneladas.

Figura 51 – Importações totais de fertilizantes que contenham dois ou três elementos no período entre 1997 e 2023 (em mil toneladas).



Fonte: elaborado pela autora com base nos dados de Brasil (2024a).

Em comparação ao ano de 2020, em que as importações totais foram de 8.688,90, houve o aumento de 25,8%. Os anos seguintes apresentaram recuo, mas ainda com volumes superiores aos registrados em 2020, sendo 9.327,70 mil toneladas importadas em 2022 e 9.077,04 mil toneladas, em 2023.

Em relação à participação nas importações de formulações, em 2019, Estados Unidos e Rússia ocupavam as primeiras posições, com 23,7% e 23,5%, respectivamente, seguido por Marrocos, com 19,4%. Juntos, os três países foram responsáveis por 66,6% do volume total importado pelo Brasil naquele ano. A tabela 30 apresenta o *ranking* dos maiores importadores de fertilizantes com dois ou três elementos em 2019.

Tabela 30 – *Ranking* dos principais exportadores de fertilizantes com dois ou três elementos para o Brasil em 2019.

País	2019	Participação nas importações
Estados Unidos	1.873,26	23,7%
Rússia	1.854,73	23,5%
Marrocos	1.531,67	19,4%
Arábia Saudita	961,10	12,1%
China	925,74	11,8%
Outros	751,36	9,5%
Total	7.897,86	100%

Fonte: elaborado pela autora a partir de dados de Brasil (2024a).

Em 2021, ano em que foram registrados aumentos significativos nas importações totais e, também, nos valores referentes à Rússia e China, notou-se o aumento na participação russa, que assumiu o posto de maior exportador naquele ano com 2.661,88 mil toneladas. A participação do país nas importações totais foi de 24,3%. Marrocos e China também apresentaram incrementos em suas participações, em comparação ao ano de 2019, sendo verificados os volumes importados de 2.477,59 mil toneladas e 2.422,49 mil toneladas, respectivamente.

No período 2019-2021, os Estados Unidos tiveram um recuo de 9,7% na participação das importações brasileiras. O país saiu de 1.873,26 mil toneladas importadas, em 2019 para 1.529,98 mil toneladas, em 2021. Já a participação da Arábia Saudita diminuiu 5,2%, tendo passado de 961,10 mil toneladas importadas em 2019 para 754,32 mil toneladas, em 2021.

Alguns fatores que contribuíram para o aumento das importações brasileiras de formulações em 2021 são o adiantamento das compras, ocorrido mediante a troca favorável para as principais *commodities* agrícolas e, também, diante das incertezas dos produtores quanto ao abastecimento da China e da Rússia (GLOBALFERT, 2022). Na tabela 31 são apresentados os dados de importação das principais origens de formulações em 2021.

Tabela 31 – *Ranking* dos principais exportadores de fertilizantes com dois ou três elementos para o Brasil em 2021.

País	2021	Participação nas importações
Rússia	2.661,88	24,3%
Marrocos	2.477,59	22,7%
China	2.422,49	22,2%
Estados Unidos	1.529,98	14%
Arábia Saudita	754,32	6,9%
Outros	1.083,15	9,9%
Total	10.929,41	100%

Fonte: elaborado pela autora a partir de dados de Brasil (2024a).

Em 2023, as importações totais apresentaram decréscimo em comparação a 2021, bem como as importações da China, Marrocos e Estados Unidos. A Rússia apresentou um aumento expressivo neste ano, com 3.343,15 mil toneladas adquiridas, o que corresponde a 36,8% do volume total importado pelo Brasil. No período 2021-2023, o incremento na série russa foi de 25,6%. A Arábia Saudita também apresentou aumento no período, tendo saído de 754,32 mil toneladas, em 2021 para 952,33 mil toneladas, em 2023. O acréscimo registrado foi de 26,2%. A tabela 32 apresenta os dados dos principais exportadores em 2023.

Tabela 32 – *Ranking* dos principais exportadores de fertilizantes com dois ou três elementos para o Brasil em 2023.

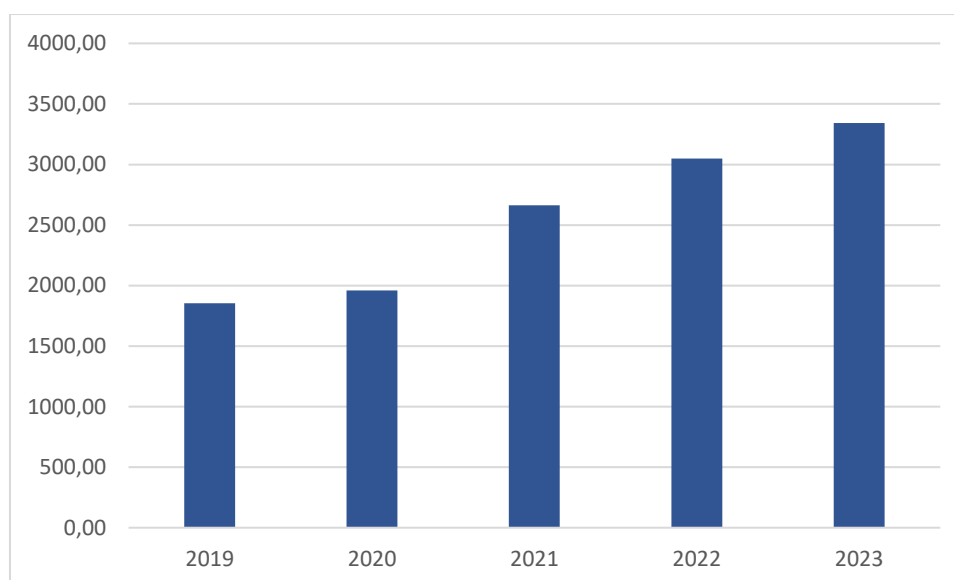
País	2023	Participação nas importações
Rússia	3.343,15	36,8%
Marrocos	1.763,14	19,4%
Estados Unidos	1.323,37	14,6%
China	990,62	10,9%
Arábia Saudita	952,33	10,5%
Outros	704,44	7,8%
Total	9.077,04	100%

Fonte: elaborado pela autora a partir de dados de Brasil (2024a).

Assim como foi observado nos fertilizantes fosfatados, não surgiram novas origens para as importações de formulações, sendo observada apenas nos últimos anos a movimentação entre os países que rotineiramente já lideram o *ranking* de exportações para o Brasil.

A Rússia, mesmo envolvida no conflito com a Ucrânia e tendo recebido sanções por conta disso, não somente manteve as exportações para o mercado brasileiro, como aumentou o volume total exportado e a participação no comércio nacional, conforme pode ser observado na figura 52.

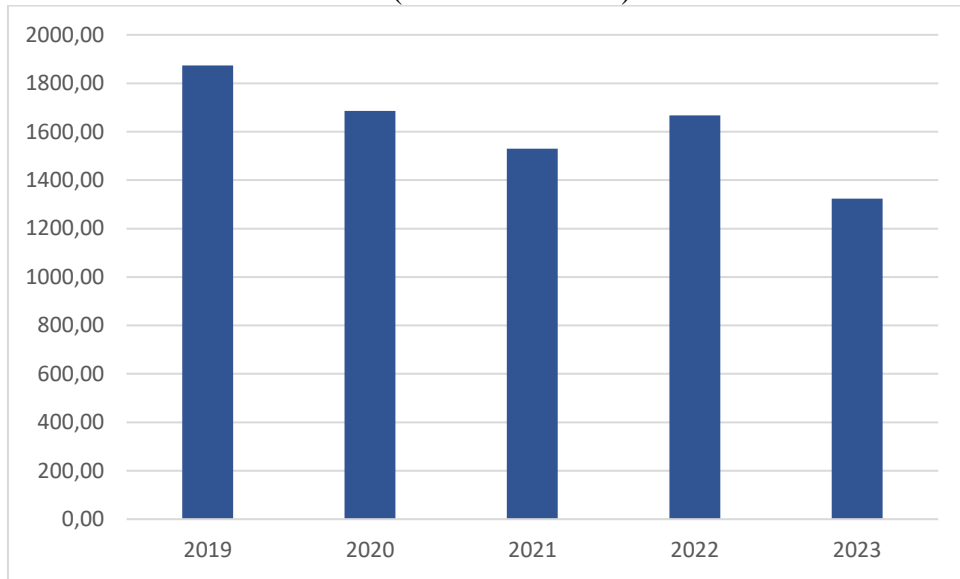
Figura 52 – Importações de fertilizantes que contenham dois ou três elementos da Rússia entre 2019 e 2023 (em mil toneladas).



Fonte: elaborado pela autora a partir de dados de Brasil (2024a).

Em contrapartida, os Estados Unidos que figurava como o principal exportador em 2019, apresentou queda nos anos de 2020 e 2021. Em 2022, o país teve um aumento no total importado, mas no ano seguinte apresentou uma redução mais acentuada em comparação aos outros anos da amostra, conforme ilustrado na figura 53.

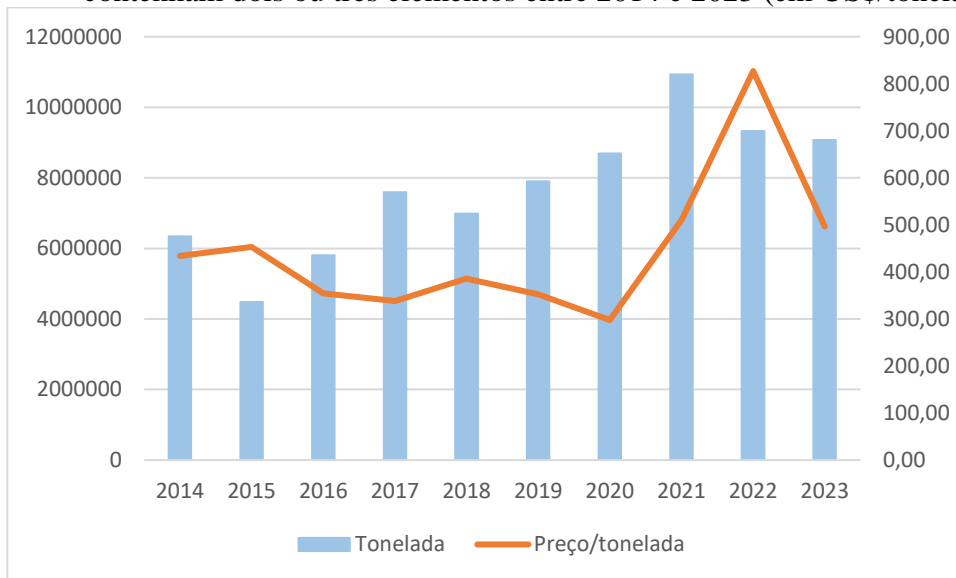
Figura 53 – Importações de fertilizantes que contenham dois ou três elementos dos Estados Unidos entre 2019 e 2023 (em mil toneladas).



Fonte: elaborado pela autora a partir de dados de Brasil (2024a).

Assim como os fertilizantes fosfatados e potássicos, as formulações com dois ou três elementos também tiveram as importações impactadas pelo aumento dos preços. Na figura 54 apresenta-se o comparativo entre os preços pagos pelos fertilizantes que contenham dois ou três elementos e o volume importado no período entre 2014 e 2023.

Figura 54 – Comparativo entre as importações e os preços pagos pelos fertilizantes que contenham dois ou três elementos entre 2014 e 2023 (em US\$/tonelada).



Fonte: elaborado pela autora a partir de dados de Brasil (2024a).

Em 2022, quando a tonelada atingiu o valor de US\$827, houve um recuo no volume importado. Em 2023, mesmo com uma queda no valor da tonelada (US\$496), as importações ainda se mantiveram abaixo do pico registrado em 2021. Ressalta-se que mesmo com a baixa no preço em 2023, o valor ainda se manteve acima da média anual de US\$ 373/tonelada, registrada entre 2014 e 2020. Em 2021, mesmo com um volume recorde de importação, o preço da tonelada já se apresentava acima dos valores normalmente pagos anteriormente, sendo negociada a US\$510. Tal valor pode ter sido influenciado pelos efeitos da pandemia de Covid-19 na cadeia produtiva.

Em síntese, entende-se que as quedas observadas nos fluxos de importação de fertilizantes compostos por dois ou três elementos foram motivadas por um alto volume de insumos estocados em 2009 (e que pode ter refletido no comportamento de compra ainda em 2010), bem como a redução das áreas plantadas para as culturas da soja, algodão, arroz e trigo. Já os fatores que influenciaram o aumento dos fluxos de importação foram a liberalização do mercado chinês e a redução das tarifas de exportação, com efeitos observados em 2014; além do adiantamento da compra de fertilizantes, ocorrido em decorrência de uma relação favorável de troca percebida em 2021, bem como as incertezas com relação a um possível aumento do preço e ao desabastecimento de importantes fontes como a China e a Rússia.

6. CONCLUSÃO

O objetivo geral deste trabalho foi identificar e analisar os fatores responsáveis por alterações no fluxo de importação de fertilizantes para o Brasil. Especificamente, foram analisadas as séries de importação dos principais países exportadores de fertilizantes para o Brasil nas seguintes categorias: nitrogenados, fosfatados, potássicos e formulações que contenham dois ou três elementos. Também foram analisadas as séries de importações totais para cada categoria de fertilizante. As análises buscaram identificar a presença de *outliers* no período estudado, entre 1997 e 2023, com o intuito de detectar em quais momentos houve mudanças significativas nos fluxos de importação de fertilizantes, analisar os fatores que influenciaram tais mudanças e verificar como os SAG's brasileiros reagiram em resposta a estas alterações.

Com o auxílio do TRAMO, foram criados 20 modelos estatísticos no total, sendo quatro modelos para a categoria de fertilizantes nitrogenados, cinco modelos para os fosfatados, seis modelos para os potássicos e cinco modelos para a categoria de fertilizantes que contenham dois ou três elementos.

Por meio das análises, chegou-se ao resultado de 45 *outliers* identificados no total. Destes, 26 representaram momentos em que os fluxos de importação sofreram impactos positivos, ou seja, tiveram um aumento além do esperado no período estudado. Os demais 19 *outliers* detectados retrataram momentos em que os fluxos de importação de fertilizantes sofreram reduções atípicas.

Devido à disponibilidade das matérias-primas, a produção e a distribuição dos fertilizantes estão concentradas em poucos países, o que torna o comércio global desse insumo algo complexo e influenciado por eventos geopolíticos, mudanças regulatórias e flutuações do câmbio, o que impacta diretamente no custo e na disponibilidade desses produtos no mercado internacional.

Scare e Antolini (2015) salientam que os SAG's são altamente impactados pelos efeitos da globalização. Nesse sentido, as disputas por mercados, matérias-primas, capital e mão de obra ocorrem internacionalmente. Torna-se, então, imprescindível que os agentes que compõem um SAG monitorem eventos que possam influenciar diretamente o seu sistema produtivo. Neste trabalho, especificamente, ressalta-se a importância de monitorar a oferta de fertilizantes, insumo relevante para a produção de alimentos e criação de pastagens.

A partir da metodologia empregada constatou-se que as alterações nos fluxos de importação de adubos pela indústria brasileira foram motivadas por fatores institucionais, econômicos e de produção. Tais fatores contribuíram para oscilações atípicas no volume de importações. Quando se trata dos aumentos das importações de fertilizantes, pode-se destacar os seguintes fatores de produção como influenciadores: a oferta insuficiente de insumos no mercado nacional, ocorrida a partir de 1998, e que levou os agentes a demandarem uma maior quantidade do mercado externo; e o aumento da área plantada de algumas culturas, o que resultou na maior necessidade de adubos para atender às novas necessidades de fertilização.

Como fatores econômicos, tem-se: as antecipações de compra motivadas por relações de troca favoráveis, bem como a redução nas tarifas de exportação de alguns países produtores, como o caso da China evidenciado nesta pesquisa. Já os fatores institucionais que influenciaram positivamente os fluxos de importação foram: a liberalização do mercado chinês, que de maneira progressiva tem reduzido as barreiras regulatórias e tem se consolidado com um dos principais fornecedores para o Brasil; o início da vigência do acordo de livre comércio entre o Mercosul e o Egito, que se deu a partir de 1º de setembro de 2017, e que previu a redução gradual nas tarifas de importação de fertilizantes do Egito, o que contribuiu para que se tornasse economicamente vantajoso o aumento da demanda dessa origem produtiva; o estreitamento das relações comerciais entre Brasil e Marrocos, a partir da visita de uma comitiva do MAPA ao país e demais nações produtoras, como a Jordânia e o Egito, com o intuito de garantir o fornecimento de fertilizantes aos agricultores brasileiros; e as incertezas com relação às capacidades de abastecimento por parte da China e da Rússia.

Em 2022, a China restringiu as exportações de fertilizantes para atender, preferencialmente, o seu mercado interno. Naquele ano, o país também enfrentou surtos de Covid-19 que foram capazes de reduzir a produtividade das indústrias locais, visto que foram adotadas medidas de isolamento social para impedir a proliferação do vírus. Já o início do conflito entre Rússia e Ucrânia, também ocorrido em 2022, sinalizou para os agentes dos SAG's a possibilidade de as indústrias russas não serem capazes de suprirem as demandas no mercado global, sendo um fator preponderante para o aumento nas importações de adubo naquele ano.

Com relação às quedas nos fluxos de importação de fertilizantes, destacam-se como fatores de produção a redução na área plantada de soja, algodão, arroz e trigo, ocorrida em 2005; assim como os níveis elevados de estoques, não sendo necessário recorrer ao mercado internacional, visto que o país já se encontrava abastecido. Os fatores econômicos percebidos foram a valorização do dólar e, conseqüentemente, o aumento nos preços dos insumos e nos

custos de aquisição; a elevação das taxas de juros básicas, que tornaram mais oneroso o financiamento de fertilizantes; e a inadimplência e descapitalização dos produtores, o que restringiu a capacidade de investimento e aquisição de insumos essenciais, como os fertilizantes.

Como fator institucional, os resultados apontam para a guerra entre Rússia e Ucrânia como o principal responsável por diminuir os fluxos de importação de fertilizantes. Conflitos dessa magnitude afetam acordos comerciais, políticas de exportação e importação, além de gerar sanções econômicas e mudanças regulatórias que influenciam o funcionamento dos mercados globais. Nesse sentido, ressalta-se que a guerra além de se caracterizar como um fator institucional, também influencia na ocorrência de fatores econômicos, como as variações nos preços dos insumos e nas taxas de juros.

Com relação aos fertilizantes potássicos, a guerra foi fator preponderante para a queda registrada nas importações de Belarus. O conflito prejudicou o acesso do país ao Mar Negro, importante rota para o escoamento da sua produção. A guerra também contribuiu para a aplicações de sanções por parte da União Europeia que proibiram a seus membros a importação de potássio do país e a concessão de seus territórios para que os fertilizantes belarussos fossem exportados.

Ademais, o ano de 2022 foi marcado pelo aumento dos preços pagos pela tonelada de fertilizantes, sendo verificado que em todas as quatro categorias analisadas houve o registro de incrementos consideráveis nos preços dos fertilizantes importados. Diante do aumento dos preços, as importações de fertilizantes fosfatados, potássicos e as formulações com dois ou três elementos sofreram retração. Somente o volume importado de fertilizantes nitrogenados não sofreu impactos significativos pelo preço, mantendo-se em um patamar elevado.

A guerra provocou elevações nos preços das matérias-primas, o que acarretou o aumento dos custos de produção. Além disso, o conflito também contribuiu para a escassez dos produtos no mercado global, outro fator impactante no preço pago pelos fertilizantes. Desse modo, viu-se uma queda acentuada nas importações brasileiras.

Apesar do fornecimento de fertilizantes ser concentrado em poucos países, diante dos cenários de incertezas a indústria brasileira foi capaz de garantir o abastecimento interno, ainda com o registro de volumes expressivos de importações nos últimos anos. Para os fertilizantes fosfatados e as formulações, o país conseguiu ampliar as importações de parceiros comerciais já estabelecidos. No caso dos fertilizantes nitrogenados e potássicos, nota-se que o país foi em busca de expandir as importações de nações que apresentavam um volume exportado menos

representativo, além de procurar por novas origens de fertilizantes para tornarem-se fornecedores alternativos. As ações desenvolvidas pelos agentes dos sistemas produtivos e pelo governo brasileiro garantiram o suprimento da demanda interna, sem comprometer a produção e a produtividade das safras.

Ao considerar a importância do agronegócio brasileiro, que gera divisas, empregos e contribui para a segurança alimentar em todo o mundo, é importante que o país e os agentes dos SAG's se mantenham atentos aos fatores que sejam capazes de interferir nos fluxos de importação, de forma a evitar o desabastecimento. Para tanto, é fundamental que o Brasil invista na construção de acordos econômicos com países capazes de fornecer fertilizantes. Também é urgente o desenvolvimento do setor produtivo nacional de adubos, com vistas de diminuir a dependência externa.

Por meio de uma metodologia para a detecção de *outliers*, foi possível constatar que determinados eventos podem causar alterações repentinas no fluxo de importação de fertilizantes, sendo, portanto, os resultados desta pesquisa relevantes para a compreensão da dinâmica do mercado nacional de fertilizantes.

Para estudos futuros, sugere-se que sejam realizadas pesquisas que identifiquem como ocorrem as transações entre as indústrias de insumos e os produtores em SAG's específicos, de forma a caracterizar os relacionamentos estabelecidos entre estes agentes nos setores produtivos.

Também propõe-se que sejam pesquisados quais ações foram tomadas pelo setor público e privado para garantirem o abastecimento de fertilizantes no período entre 2020 e 2023, anos marcados pela pandemia de Covid-19 e pelo início da guerra Russo-Ucraniana. Por meio de entrevistas com atores chave do agronegócio seria possível obter um melhor entendimento de como os impactos causados por estes dois eventos foram minimizados. Também seria relevante entender como foram construídas as parcerias que permitiram a ampliação das importações dos países que já forneciam para o Brasil, bem como a construção de relações com nações que se mostraram como fontes alternativas para a manutenção dos suprimentos.

Como limitação para este estudo aponta-se o período disponível para análise, que em alguns casos gerou um número restrito de observações. Também apresenta-se como limitação o fato de a metodologia empregada indicar somente a ocorrência de *outliers* nas séries. Na ausência de *outliers* em um determinado modelo, não é possível identificar quais foram os fatores que contribuíram para os aumentos ou diminuições ocorridas.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA BRASILEIRA DE PROMOÇÃO DE EXPORTAÇÕES E INVESTIMENTOS. **Perfil Rússia 2022**. Brasília, DF: Apex-Brasil, 2022. Disponível em: <http://www.apexbrasil.com.br/inteligenciaMercado/PerfilExportadordeSetoresprodutivosBrasileiros>. Acesso em: 09 mar. 2024.
- AGÊNCIA BRASILEIRA DE PROMOÇÃO DE EXPORTAÇÕES E INVESTIMENTOS. **Perfil Espanha 2023**. Brasília, DF: Apex-Brasil, 2023a. Disponível em: <http://www.apexbrasil.com.br/inteligenciaMercado/PerfilExportadordeSetoresprodutivosBrasileiros>. Acesso em: 25 fev. 2025.
- AGÊNCIA BRASILEIRA DE PROMOÇÃO DE EXPORTAÇÕES E INVESTIMENTOS. **Perfil China 2023**. Brasília, DF: Apex-Brasil, 2023b. Disponível em: <http://www.apexbrasil.com.br/inteligenciaMercado/PerfilExportadordeSetoresprodutivosBrasileiros>. Acesso em: 25 fev. 2025.
- AKPAN, E. A.; MOFFAT, I. U. Modeling the Effects of Outliers on the Estimation of Linear Stochastic Time Series Model. **International Journal of Analysis and Applications**, v. 17, n. 4, p. 530–547, 2019.
- AMARO, A. A. et al. **Prognóstico agrícola 2005/06**. São Paulo: Instituto de Economia Aplicada – IEA. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/LerTexto.php?codTexto=3700>. Acesso em: 12 fev. 2024.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS. **Principais indicadores do setor de fertilizantes**. 2016. Disponível em: <https://anda.org.br/recursos/#pesquisa-setorial>. Acesso em: 09 mar. 2024.
- AZEVEDO, A. S. **As cafeiculturas do Cerrado Mineiro e do Sul de Minas no escopo das singularidades institucionais**. 2018. 139 p. Dissertação (Mestrado em Administração)– Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2018.
- BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Informe Setorial da Área Industrial**. Rio de Janeiro: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, n. 16, jan. 2010. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/1875>.
- BASAK, B. B.; SARKAR, B. Scope of Natural Sources of Potassium in Sustainable Agriculturs. In: RAKSHIT, A. et al. (Org.). **Adaptive Soil Management: From Theory to Practices**. Singapore: Springer, 2017. p. 247-259.
- BATALHA, M. O. Gestão e Economia dos Sistemas Agroindustriais: definições, correntes metodológicas e métodos de análise. In: BATALHA, M. O. (org.). **Gestão Agroindustrial**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2021. E-book.
- BERNDT, M. et al. Implications of Russia’s War in Ukraine for the Global Agri-Food Sector – An Ex-Ante Assessment using Different Simulation Models. **German Journal of Agricultural Economics**, v. 71, n. 3, p. 134–149, 2022.

BOBE, M.; PROCOPIE, R.; BUCUR, M. Exploring the Role of Individual Food Security in the Assessment of Population's Food Safety. **Amfiteatru Economic**, v. 21, n. 51, p. 347–360, 2019.

BOURSCHEIDT, M. L. B. et al. Estratégias de fornecimento de nitrogênio em pastagens: fertilizante mineral, inoculante bacteriano e consórcio com amendoim forrageiro. **Scientific Electronic Archives**, v. 12, n. 3, p. 137-147, 2019.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. **Relatório GT-Fertilizantes**. Brasília, DF, set. 2008. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=4580945&disposition=inline>. Acesso em: 07 mar. 2024.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. **Sumário Mineral 2010**, v. 30. Brasília, DF: MME, 2012. Disponível em: <<https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/dnpm/sumarios/sumario-mineral-2010/view>>. Acesso em: 07 mar. 2024.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. **Sumário Mineral 2014**, v. 34. Brasília, DF: MME, 2014. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/sumario-mineral/sumario-mineral-brasileiro-2014/view>. Acesso em: 07 mar. 2024.

BRASIL. Senado Federal. **Mensagem nº 75, de 2015**. Brasília, DF: Senado Federal, 2015a. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=4580945&disposition=inline>. Acesso em: 09 mar. 2024.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. **Sumário Mineral 2015**, v. 35. Brasília, DF: MME, 2015b. Disponível em: <<https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/dnpm/sumarios/sumario-mineral-2015/view>>. Acesso em: 09 mar. 2024.

BRASIL. Secretaria Especial de Assuntos Estratégicos. **Produção nacional de fertilizantes: Estudo estratégico**. Brasília, DF: SAE-PR, 2020. 23 p Disponível em: <<https://www.gov.br/planalto/pt-br/assuntos-estrategicos/estudos-estrategicos-2/estudo-producao-nacional-de-fertilizantes-1>>. Acesso em 30 nov. 2023.

BRASIL. **Decreto nº 10.605, de 22 de janeiro de 2021**. Institui o Grupo de Trabalho Interministerial com a finalidade de desenvolver o Plano Nacional de Fertilizantes. 2021a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2019-2022/2021/decreto/D10605.htm. Acesso em 30 nov. 2023.

BRASIL. Senado Federal. **Mensagem nº 64, de 2021**. Brasília, DF: Senado Federal, 2021b. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/diarios/ver/108630?sequencia=61>. Acesso em: 09 mar. 2024.

BRASIL. Companhia Nacional de Abastecimento. **Boletim Logístico**. Brasília: CONAB, ano VI, janeiro 2022a. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuário-e-extrativista/boletim-logístico?start=20>. Acesso em: 09 mar. 2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Produtora de potássio da Jordânia planeja aumentar exportações do fertilizante para o Brasil**. Portal Gov.br, 10 mar. 2022b. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/produtora-de-potassio-da-jordania-planeja-aumentar-exportacoes-do-fertilizante-para-o-brasil>>. Acesso em: 13 mar. 2024.

BRASIL. Ministério da Economia. Secretaria de Comércio Exterior. **Mercosul – Egito**. Portal Siscomex, 2022d. Disponível em: <https://www.gov.br/siscomex/pt-br/acordos-comerciais/mercosul-egito>. Acesso em: 25 fev. 2024.

BRASIL. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. Secretaria de Desenvolvimento Industrial, Inovação, Comércio e Serviços. **Plano Nacional de Fertilizantes 2050: uma estratégia para os fertilizantes no Brasil**. Brasília, DF: SDIC/MGI, 2023a. 197 p.

BRASIL. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. Conselho Nacional de Fertilizantes e Nutrição de Plantas (CONFERT). **O Conselho**. Brasília, DF: 2023b. Disponível em: <https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/competitividade-industrial/confert/o-confert/o-conselho>. Acesso em 13 mar. 2025.

BRASIL. Senado Federal. **Mensagem nº 75, de 2023** Brasília, DF: Senado Federal, 2023c. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=9389696&ts=1724788584443&disposition=inline>. Acesso em: 16 mar. 2024.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. **Comex Stat: dados gerais**. 2024a. Disponível em: <https://www.gov.br/comexstat>. Acesso em: 02 jan. 2024.

BRASIL. Ministério da Economia. **Acordos dos quais o Brasil é parte. Mercosul / Egito**. 2024b. Disponível em: <http://200.198.192.20/index.php/comercio-exterior/negociacoes-internacionais/132-acordos-dos-quais-o-brasil-e-parte/1834-acordos-mercosul-egito>. Acesso em 10 jan. 2024.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. **Comex Stat: dados gerais**. 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/comexstat>. Acesso em: 02 fev 2025.

BRASIL 61. **Em busca de fertilizantes, comitiva do MAPA viaja a Jordânia, Egito e Marrocos**. 2022. Disponível em: <https://brasil61.com/n/em-busca-de-fertilizantes-comitiva-do-ministerio-da-agricultura-pecuaria-e-abastecimento-viaja-a-jordania-egito-e-marrocos-bras226845>. Acesso em: 16 mar. 2024.

CALIGARIS, B. S. A. et al. A importância do Plano Nacional de Fertilizantes para o futuro do agronegócio e do Brasil. **Revista De Política Agrícola**, v. 31, n. 1, p. 3–8, 2022.

CANAL RURAL. Bloqueio da Rússia pode provocar desabastecimento de nitrato no Brasil. 2022. Disponível em: <https://www.canalrural.com.br/agricultura/agronegocio/desabastecimento-nitrato-de-amonio-brasil/>. Acesso em: 12 fev. 2024.

CAPDEVILA-CORTADA, M. Electrifying the Haber–Bosch. **Nature Catalysis**, v. 2, 1055, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41929-019-0414-4>. Acesso em: 08 nov. 2024.
CASTRO, N. R.; SILVA, A. F.; GILIO, L. Desempenho E Inter-Relações Do Setor De Fertilizantes: Uma Análise Segundo a Ótica De Insumo-Produto. **Revista Planejamento e Políticas Públicas**, n. 56, p. 159–189, 2021.

CHEN, J. et al. Environmentally friendly fertilizers: A review of materials used and their effects on the environment. **Science of The Total Environment**, v. 613–614, p. 829–839, 2018.

CHEN, C.; LIU, L. M. Joint Estimation of Model Parameters and Outlier Effects in Time Series. **Journal of the American Statistical Association**, v. 88, n. 421, p. 284–297, 1993.

CHEN, C.; TIAO, G. C. Random Level-Shift Time Series Models, ARIMA Approximations, and Level-Shift Detection. **Journal of Business & Economic Statistics**, v. 8, n. 1, p. 83–97, 1990.

CISSE, L.; MRABET, T. World Phosphate Production: Overview and Prospects. **Phosphorus Research Bulletin**, v. 15, p. 21–25, 2004. Disponível em: https://doi.org/10.3363/prb1992.15.0_21.

COMEX DO BRASIL. **Ministério da Agricultura abre consulta pública sobre importação de fertilizantes**. 2015. Disponível em: <https://comexdobrasil.com/ministerio-da-agricultura-abre-consulta-publica-sobre-importacao-de-fertilizantes/>. Acesso em: 3 mar. 2024.

COMPRE RURAL CONTEÚDO. **StoneX Brasil analisa mercado de fertilizantes e aponta perspectivas para 2023**. 2023. Disponível em: <https://www.comprerural.com/stonex-brasil-analisa-mercado-de-fertilizantes-e-aponta-perspectivas-para-2023/>. Acesso em: 17 fev. 2024.

COSTA, L. M.; SILVA, M. F. O. A indústria química e o setor de fertilizantes *In: BNDES 60 anos: perspectivas setoriais*. Rio de Janeiro: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2012. p. 12-60.

COUNCIL OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PROFESSIONALS. **CSCMP Supply Chain Management Definitions and Glossary**. Illinois: Council Of Supply Chain Management Professionals. Disponível em: https://cscmp.org/CSCMP/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx. Acesso em: 31 out 2024.

DAVIS, L.; NORTH, D. C.; SMORODIN, C. **Institutional Change and American Economic Growth**. New York: Cambridge University Press, 1971.

DIAS, A. C. F. Transformações do nitrogênio no solo. In: CARDOS, E. J. B. N.; ANDREOTE, F. D. (Orgs.). **Microbiologia do solo**. 2ª ed. Piracicaba: ESALQ, 2016. p. 99–109.

DIAS, V. P.; FERNANDES, E. Fertilizantes: uma visão global sintética. **BNDES Setorial**, n. 24, p. 97–138, set. 2006. Disponível em: <http://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/2657>. Acesso em: 01 nov. 2023.

DICIONÁRIO ONLINE DE PORTUGUÊS. **Significado de Lockdown**. 2025. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/lockdown/>. Acesso em: 12 mar 2025.

EUROPEAN COUNCIL. **EU sanctions against Russia explained**. Disponível em: <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/sanctions-against-russia-explained/#food> Acesso em: 13 fev. 2024.

FARIAS, P. I. V. et al. The fertilizer industry in brazil and the assurance of inputs for biofuels production: Prospective scenarios after covid-19. **Sustainability (Switzerland)**, v. 12, n. 21, p. 1–16, 2020.

FERNANDES, E.; GUIMARÃES, B. A.; MATHEUS, R. R. Principais empresas e grupos brasileiros do setor de fertilizantes. **BNDES Setorial**, n. 29, p. 203–227, 2009. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/bibliotecadigital>. Acesso em: 07 dez. 2023.

FERREIRA, C. **China avança em fertilizantes no Brasil**. Valor Econômico, 12 jan. 2015 Disponível em: <<https://valor.globo.com/agronegocios/noticia/2015/01/12/china-avanca-em-fertilizantes-no-brasil.ghtml>>. Acesso em: 01 mar. 2024.

FERREIRA, C. R. R. P. T.; VEGRO, C. L. R. Fertilizantes refletem situação desfavorável no mercado de grãos. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, v. 1, n. 9, 2006.

FERREIRA, C. R. R. P. T.; VEGRO, C. L. R. Fertilizantes: mercado com forte demanda em 2007. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, v. 2, n. 10, 2007. Disponível em: <http://www.iea.agricultura.sp.gov.br/out/TerTexto.php?codTexto=9079>. Acesso em: 13 fev. 2024.

FERREIRA, C. R. R. P. T.; VEGRO, C. L. R. Fertilizantes: expectativa de aumento de consumo em 2010. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, v. 5, n. 9, 2010. Disponível em: <http://www.iea.agricultura.sp.gov.br/out/TerTexto.php?codTexto=11985>. Acesso em 09 de mar. 2024.

FERREIRA, C. R. R. P. T.; VEGRO, C. L. R. Fertilizantes: antecipação de compras em 2011 após aumento das vendas em 2010. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, v. 6, n. 9, 2011. Disponível em: <http://www.iea.agricultura.sp.gov.br/out/TerTexto.php?codTexto=12215>. Acesso em 09 de mar. 2024.

FERREIRA, C. R. R. P. T.; VEGRO, C. L. R. Aquecidas as vendas e as entregas de fertilizantes em 2012. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, v. 7, n. 8, 2012. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=12431>. Acesso em: 09 mar. 2024.

FERREIRA, C. R. R. P. T.; VEGRO, C. L. R. Indicadores Entregas em 2013 Permanecem Aquecidas Após Recorde nas Vendas em 2012. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, v. 8, n. 8, p. 1–6, 2013.

FERREIRA, C. R. R. P. T.; VEGRO, C. L. R. Fertilizantes: previsão de novo recorde de vendas em 2014. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, v. 9, n. 8, 2014.

FERREIRA, C. R. R. P. T.; VEGRO, C. L. R. Fertilizantes: aumento dos preços pagos pelos agricultores em 2015. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, v. 10, n. 7, 2015.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS et al. **The State of Food Security and Nutrition in the World 2018: Building climate resilience for food security and nutrition**. Rome: FAO, 2018. Disponível em: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/f5019ab4-0f6a-47e8-85b9-15473c012d6a/content>

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Policy responses to keep input markets flowing in times of COVID-19**. Rome, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.4060/ca8979en>.

FOX, A. J. Outliers in Time Series. **Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)**, v. 34, n. 3, p. 350–363, 1972.

GARCIA, G.; CARDOSO, A. A.; SANTOS, O. A. M. Da escassez ao estresse do planeta: um século de mudanças no ciclo do nitrogênio. **Química Nova**, v. 36, n. 9, p. 1468-1476, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422013000900032>. Acesso em: 08 nov. 2023.

GLAUBER, J. W.; LABORDE DEBUCQUET, D. **How sanctions on Russia and Belarus are impacting exports of agricultural products and fertilizer**. International Food Policy Research Institute (IFPRI), 2022. Disponível em: <https://www.ifpri.org/blog/how-sanctions-russia-and-belarus-are-impacting-exports-agricultural-products-and-fertilizer>. Acesso em: 12 fev. 2024.

GLAUBER, J. W.; LABORDE DEBUCQUET, D. How will Russia's invasion of Ukraine affect global food security? *In*: GLAUBER, J.; LABORDE DEBUCQUET, D. (Orgs.). **The Russia-Ukraine conflict and global food security**. Washington, D. C.: International Food Policy Research Institute, 2023. cap 1, p. 10-14. Disponível em: <https://doi.org/10.2499/9780896294394>. Acesso em: 13 fev. 2024.

GLOBALFERT. **Outlook Globalfert 2021**. 2021. Disponível em: <https://globalfert.com.br/outlook-globalfert/>. Acesso em 01 de fev. 2024.

GLOBALFERT. **Outlook Globalfert 2022**. 2022. Disponível em: <https://globalfert.com.br/outlook-globalfert/>. Acesso em 01 de fev. 2024.

GLOBALFERT. **Outlook GlobalFert 2023**. 2023a. Disponível em: <https://globalfert.com.br/outlook-globalfert/>. Acesso em 01 de fev. 2024.

GLOBALFERT. **Após quedas nas cotações dos fertilizantes no 1º semestre, demanda volta a impulsionar os preços no mercado nacional**. 2023b. Disponível em: <https://globalfert.com.br/conteudos-proprios/apos-quedas-nas-cotacoes-dos-fertilizantes-no-1o-semester-demanda-volta-a-impulsionar-os-precos-no-mercado-nacional/>. Acesso em: 16 fev. 2024.

GOMES, F. **Venda de fertilizantes no Brasil atinge recorde de 28,3 mi t em 2011**. Reuters, 02 fev. 2012. Disponível em: <https://www.reuters.com/article/negocios-commods-fertilizantes-brasil-idBRSPE81107I20120202/>. Acesso em: 25 fev. 2024.

GOMES, M. T. S.; MATUSHIMA, M. K.; CHAGAS, N. J. Indústria e dinâmica econômica: alguns apontamentos sobre o setor de fertilizantes em Uberaba - MG. **Revista GeoUECE (Online)**, v. 6, n. 10, p. 7–28, 2017.

GONÇALVES, J. S.; FERREIRA, C. R. R. P. T.; SOUZA, S. A. M. Produção Nacional de Fertilizantes, Processo de Desconcentração Regional e Maior Dependência Externa. **Informações Econômicas**, v. 38, n. 8, p. 79–90, 2008.

HASAN, E. A. A method for detection of outliers in time series data. **International Journal of Chemistry, Mathematics and Physics**, v. 3, n. 3, p. 56-66, 2019.

HEBE BRAND, C.; GLAUBER, J. W. The Russia-Ukraine war after a year: Impacts on fertilizer production, prices, and trade flows. In: GLAUBER, J.; LABORDE DEBUCQUET, D. (Orgs.). **The Russia-Ukraine conflict and global food security**. Washington, D. C.: International Food Policy Research Institute, 2023. cap. 8, p. 43-47. Disponível em: <https://doi.org/10.2499/9780896294394>. Acesso em: 13 fev. 2024.

HEBE BRAND, C.; LABORDE DEBUCQUET, D. **High fertilizer prices contribute to rising global food security concerns**. Washington, DC: International Food Policy Research Institute – IFPRI, 2022. Disponível em: <https://www.ifpri.org/blog/high-fertilizer-prices-contribute-rising-global-food-security-concerns>. Acesso em: 13 fev. 2024.

HEFFER, P.; PRUD'HOMME, M. Nutrients as Limited Resources: In: RENGEL, Z. (Org.). **Improving Water and Nutrient-Use Efficiency in Food Production Systems**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2013, p. 57–78.

HOLFORD, I. C. R. Soil phosphorus: its measurement, and its uptake by plants. **Australian Journal of Soil Research**, v. 35, p. 227–239, 1997.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A. Fixação biológica do nitrogênio. In: MEYER, M. C. et al. (Orgs.). **Bioinsumos na Cultura da Soja**. Brasília, DF: Embrapa, 2022. p. 141–162.

IBENDAHL, G. **The Russia-Ukraine Conflict and the Effect on Fertilizer**. Ag Manager.info. Kansas State University – Department of Agricultural Economics, 2022. Disponível em: <https://www.agmanager.info/production-economics/prices-and-price-forecasts/russia-ukraine-conflict-and-effect-fertilizer>. Acesso em: 13 fev. 2024.

ILINOVA, A.; DMITRIEVA, D.; KRASLAWSKI, A. Influence of COVID-19 pandemic on fertilizer companies: The role of competitive advantages. **Resources Policy**, v. 71, 102019, p. 1-15, 2021. Disponível em <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102019>. Acesso em: 16 mar. 2024.

INFOMONEY. **Importação de fertilizantes cresce com destaque para compra de países árabes**. 2016. Disponível em: <https://www.infomoney.com.br/mercados/importacao-de-fertilizantes-cresce-com-destaque-para-compra-de-paises-arabes/>. Acesso em: 3 mar. 2024.

INTERNATIONAL FERTILIZER ASSOCIATION. **Coronavirus Fertilizer Production Disruptions and Support Measures: Lessons learned from China**. 2020a. Disponível em: <https://www.fertilizer.org/news/coronavirus-fertilizer-production-disruptions-and-support-measures-lessons-learned-from-china/>. Acesso em: 11 mar 2025.

INTERNATIONAL FERTILIZER ASSOCIATION. Public Summary Short-Term Fertilizer Outlook 2020 – 2021. *In: IFA Virtual Strategic Forum 2020b*. Disponível em: <https://www.fertilizer.org/resource/public-summary-short-term-fertilizer-outlook-2020-2021/>. Acesso em: 11 mar 2025.

INTERNATIONAL FERTILIZER ASSOCIATION. Fertilizer Outlook 2020 – 2024. 2020c. Disponível em: <https://www.fertilizer.org/resource/fertilizer-outlook-2020-2024/>. Acesso em: 11 mar. 2025.

KAISER, R.; MARAVALL, A. **Seasonal Outliers in Time Series**. Madrid: Banco de España, Servicio de Estudios, 1999.

KREMER, A. M. **Análise da social netchain em cadeias do agronegócio: uma aplicação na cadeia do pescado de Mundo Novo, MS**. 2013. Dissertação (Mestrado em Agronegócios) - Universidade Federal da Grande Dourados, 2013.

KRONENBERGER, G.; ALBUQUERQUE, G. A. S. C. Características atuais e perspectivas da indústria de fertilizantes no Brasil. *In: Jornada de Iniciação Científica, 08, Rio de Janeiro. Anais...* Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2000. Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/914>. Acesso em: 30 nov. 2023.

KRÜGER, O. Recycled fertilizers: Do we need new regulations and analytical methods? **Waste Management**, v. 50, p. 1–2, 2016.

KULAIF, Y. **A nova configuração da indústria de fertilizantes fosfatados no Brasil**. Rio de Janeiro: CETEM/CNPq, 1999.

KULAIF, Y.; FERNANDES, F. R. C. Panorama dos agrominerais no Brasil: atualidade e perspectivas. *In: FERNANDES, F. R. C.; LUZ, A. B.; CASTILHOS, Z. C. (Orgs.). Agrominerais para o Brasil*. 1. ed. Rio de Janeiro: Centro de Tecnologia Mineral, 2010. p. 1–21.

KUWAHARA, F. A.; SOUZA, G. M. Fósforo como possível mitigador dos efeitos da deficiência hídrica sobre o crescimento e as trocas gasosas de *Brachiaria brizantha* cv. MG-5 Vitória. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 31, n. 2, p. 261–267, 2009.

LAPIDO-LOUREIRO, F. E.; NASCIMENTO, M. **Importância e função dos fertilizantes numa agricultura sustentável**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2003. Séries Estudos e Documentos, n. 53, 75p.

LEDOLTER, J. The effect of additive outliers on the forecasts from ARIMA models. **International Journal of Forecasting**, v. 5, n. 2, p. 231–240, 1989.

LIN, F. et al. The impact of Russia-Ukraine conflict on global food security. **Global Food Security**, v. 36, March 2023, 100661, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2022.100661>. Acesso em: 01 nov. 2023.

LIU, L. M.; HUDAK, G. Forecasting and Time series analysis usng the SCA statical system. **Scientific Computing Associates**, v. 142, n. 3, p. 614, 1992.

LUSA AGÊNCIA DE NOTÍCIAS DE PORTUGAL. **Brasil em busca de novos mercados de fertilizantes para contornar dependência russa**. Agroportal, 19 mar. 2022. Disponível em: <https://www.agroportal.pt/brasil-em-busca-de-novos-mercados-de-fertilizantes-para-contornar-dependencia-russa/>. Acesso em: 16 mar. 2024.

MALAVOLTA, E.; CRUZ, V. F.; MORAIS, R. S. Fertilizer policy in the developing countries: the case of Brazil. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, v. 30, p. 293–304, 1973.

MARAVALL, A. Automatic Identification of Regression-ARIMA Models with Program TSW (TRAMO-SEATS for Windows). *In*: European Conference on Modelling and Simulation, 23, Madrid. **Anais...** Madrid: European Conference on Modelling and Simulation, 2009. Disponível em: <https://www.scs-europe.net/dlib/dl-index.htm>. Acesso em: 13 nov. 2023.

MEHROTHRA, K. G.; MOHAN, C. K.; HUANG, H. **Anomaly Detection Principles and Algorithms**. 1. ed. Cham: Springer International Publishing, 2017.

MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. **Modelos para previsão de séries temporais**. Volume 1. Rio de Janeiro: Instituto de Matemática Pura e Aplicada, 1981.

MUTEGI, J. et al. Agricultural production and food security implications of Covid-19 disruption on small-scale farmer households: Lessons from Kenya. **World Development**, v. 173, 106405, 2024.

NELSON, W. C. **An economic analysis of fertilizer utilization in Brazil**. 1971. The Ohio State University, 1971. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jaci.2012.05.050>. Acesso em: 07 dez. 2023.

NELSON, W. C.; MEYER, R. L. **Fertilizer use and agricultural development in Brazil** Department of Agricultural Economics and Rural Sociology, The Ohio State University, 1973.

NORTH, D. C. Economic Performance Through Time. **The American Economic Review**, v. 84, n. 3, p. 359–368, 1994. Disponível em: https://www.jstor.org/stable/2118057?seq=1#page_scan_tab_contents. Acesso em: 11 mar. 2025.

NORTH, D. C. The New Institutional Economics and Development. *In*: Reinventing the Commons, The 5. IASCP Conference., **Anais...**1995.

O PRESENTE RURAL. **Preços dos fertilizantes devem seguir em patamares baixos**. 2023. Disponível em: <https://opresenterural.com.br/precos-dos-fertilizantes-devem-seguir-em-patamares-baixos/>. Acesso em: 17 fev. 2024.

OGINO, C. M. et al. Poder de compra, preço e consumo de fertilizantes minerais: uma análise para o centro-oeste brasileiro. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 59, n. 1, p. 1–19, 2021.

OGINO, C. M.; GASQUES, J. G. Fertilizantes: Dependência Externa E Impacto Produtivo. *In*: VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. (Orgs.). **Agropecuária Brasileira: evolução, resiliência e oportunidades**. Rio de Janeiro: IPEA, 2023. p. 97–124.

OTTA, L. A. **Acordo entre Mercosul e Egito entra em vigor 7 anos após assinatura**.

Estado de Minas, 2017. Disponível em:

<https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2017/09/01/internas_economia,897172/acordo-entre-mercosul-e-egito-entra-em-vigor-7-anos-apos-assinatura.shtml#google_vignette>.

Acesso em: 24 fev. 2024.

PETTIGREW, W. T. Potassium influences on yield and quality production for maize, wheat, soybean and cotton. **Physiologia Plantarum**, v. 133, n. 4, p. 670–681, 2008.

PIKE, A.; MARLOW, D.; MCCARTHY, A.; O'BRIEN, P.; TOMANEY, J. Local institutions and local economic development: the Local Enterprise Partnerships in England, 2010-.

Cambridge Journal of Regions, Economy and Society, v. 8, n. 2, p. 185–204, 2015.

Disponível em: <https://academic.oup.com/cjres/article/8/2/185/332649/Local-institutions-and-local-economic-development>. Acesso em 11 mar. 2025.

POLIDORO, J. C.; PEREZ, D. V. Advancing fertilizer technology in Brazil. **Fertilizer Focus**, v. 39, n. 2, p. 50–52, 2022.

RANDIVE, K.; RAUT, T.; JAWADAND, S. An overview of the global fertilizer trends and India's position in 2020. **Mineral Economics**, v. 34, n. 3, p. 371–384, 2021.

REDE BRASILEIRA DE CENTROS INTERNACIONAIS DE NEGÓCIOS. Acordos internacionais. [s.d.]. Disponível em:

<https://www.portaldaindustria.com.br/cni/canais/assuntos-internacionais/como-participar/rede-brasileira-dos-centros-internacionais-de-negocios/>.

Acesso em: 17 mar. 2024.

REMY, C.; KRAUS, F. Life Cycle Assessment of Processes for P Recycling. *In*: OHTAKE, H.; TSUNEDA, S. (Orgs.) **Phosphorus Recovery and Recycling**. Singapore: Springer, 2019, p. 59-73. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-981-10-8031-9_4. Acesso em: 30 nov. 2023.

REUTERS. Norway's Yara cuts European fertiliser output as gas prices surge. Reuters, 9 mar. 2022. Disponível em: <https://www.reuters.com/article/business/energy/norways-yara-cuts-european-fertiliser-output-as-gas-prices-surge-idUSL5N2VC1F8/>. Acesso em: 14 fev. 2024.

RIBEIRO, R. **Forte queda nas vendas de fertilizantes em 2015**. Scot Consultoria, 18 jun. 2015. Disponível em: <https://www.scotconsultoria.com.br/noticias/todas-noticias/39662/forte-queda-nas-vendas-de-fertilizantes-em-2015.htm>. Acesso em: 14 fev. 2024.

RITCHIE, H.; ROSER, M.; ROSADO, P. **Fertilizer consumption, 2019**. Our World in Data. 2023. Disponível em: <https://ourworldindata.org/grapher/fertilizer-consumption-usda?tab=table&time=latest>. Acesso em: 29 nov. 2023.

ROBERTSON, G. P.; VITOUSEK, P. M. Nitrogen in agriculture: Balancing the cost of an essential resource. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 34, p. 97–125, 2009.

RODRIGUES, R. B. et al. Opção de troca de produto na indústria de fertilizantes. **Revista de Administração**, v. 50, n. 2, p. 129–140, 2015.

SAAB, A. A.; PAULA, R. A. O mercado de fertilizantes no Brasil: diagnósticos e propostas de políticas. **Política Agrícola**, v. 17, n. 2, p. 5–24, 2008.

SANNI, S. **Nigerian billionaire Dangote launches \$2.5 billion fertilizer plant as prices soar**. Reuters, 2022. Disponível em: <https://www.reuters.com/world/africa/nigerian-billionaire-dangote-launches-25-blm-fertilizer-plant-prices-soar-2022-03-22/>. Acesso em: 12 mar. 2024.

SANZ-SAEZ, A. et al. P Deficiency: A Major Limiting Factor for Rhizobial Symbiosis. *In*: SULIEMAN, S.; TRAN, L.S. (Orgs.). **Legume Nitrogen Fixation in Soils with Low Phosphorus Availability: Adaptation and Regulatory Implication**. Springer International Publishing, 2017. p. 21–39.

SCARE, R. F.; ANTOLINI, L.S. Entendendo a Tomada de Decisão e o Comportamento de Compra do Produtor Rural. *In*: ZYLBERSZTAJN, D.; NEVES, M. F.; CALEMAN, S. M. Q. (Orgs.). **Gestão de sistemas de agronegócios**. São Paulo: Atlas, 2015. p. 223-251.

SELEIMAN, M. F. et al. Will novel coronavirus (COVID-19) pandemic impact agriculture, food security and animal sectors? **Bioscience Journal**, v. 36, n. 4, p. 1315–1326, 2020.

SRIVASTAVA, R.; BASU, S.; KUMAR, R. Phosphorus starvation response dynamics and management in plants for sustainable agriculture. **Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology**, v. 30, p. 829–847, 2021.

STONE X. **Exportações de fertilizantes na China caem 66% desde o início do regime de inspeções**. 2022. Disponível em: <https://mercadosagricolas.com.br/fertilizantes/exportacoes-de-fertilizantes-na-china-caem-66-desde-o-inicio-do-regime-de-inspecoes/>. Acesso em: 1 mar. 2024.

STROTMANN, C.; HERMENT, L.; PAGE, A. Fertilisers in the Long 19th Century and Beyond: Usage, Commercialisation and Production (c 1800 – 1939). **Jahrb. f. Wirtschaftsg.**, v. 62, n. 1, p. 1–18, 2021.

TALAMINI, E.; FERREIRA, G. M. V. Merging network and social network: Introducing the social network concept as an analytical framework in the agribusiness sector. **African Journal of Business Management**, v. 4, n. 14, p. 2981–2993, 2010. Disponível em: <http://www.academicjournals.org/journal/AJBM/article-abstract/97E6E9B25119>. Acesso em 01 fev. 2025.

TRÍVEZ, F. J. Level shifts, temporary changes and forecasting. **Journal of Forecasting**, v. 14, n. 6, p. 543–550, 1995.

TSAY, R. S. Outliers, Level Shifts, and Variance Changes in Time Series. **Journal of Forecasting**, v. 7, n. 1, p. 1–20, 1986.

U. S. GEOLOGICAL SURVEY. **Mineral Commodity Summaries 2022**. Washington, DC : U.S. Geological Survey, 2022, 202 p. Disponível em: <https://doi.org/10.3133/mcs2022>. Acesso em: 14 nov. 2023.

UNITED NATIONS. Department of Economic and Social Affairs, Population Division. **World Population Prospects 2022: Summary of Results**. UN DESA/POP/2022/TR/NO. 3, 2022. Disponível em: <https://www.un.org/development/desa/pd/content/World-Population-Prospects-2022>. Acesso em: 2 nov. 2023.

UROOJ, A.; ASGHAR, Z. Analysis of the performance of test statistics for detection of outliers (additive, innovative, transient, and level shift) in AR (1) processes. **Communications in Statistics: Simulation and Computation**, v. 46, n. 2, p. 948–979, 2017.

VEGRO, C. L. R.; ANGELO, J. A. Diversificação nas Origens de Fertilizantes Importados Suplanta a Escassez Causada pelo Conflito Russo-Ucraniano. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, v. 18, n. 4, p. 1–8, 2023.

WANG, M. et al. The critical role of potassium in plant stress response. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 14, n. 4, p. 7370–7390, 2013.

WASZKEWITZ, H. **Tunisia’s phosphate mines – between a rock and a hard place**. 2018. Disponível em: <<https://globalriskinsights.com/2018/02/tunisia-phosphate-mines-strikes/>>. Acesso em: 17 fev. 2024.

WORLD BANK GROUP. **Commodity Markets Outlook: The Impact of the War in Ukraine on Commodity Markets**, April 2022. Washington, DC: International Bank for Reconstruction and Development / World Bank, 2022.

WORLD CUSTOMS ORGANIZATION. **What is the Harmonized System (HS)?** 2024a. Disponível em: <https://www.wcoomd.org/en/topics/nomenclature/overview/what-is-the-harmonized-system.aspx>. Acesso em: 27 ago. 2024.

WORLD CUSTOMS ORGANIZATION. **FAQ**. 2024b. Disponível em: https://www.wcoomd.org/en/topics/nomenclature/overview/harmonized_system_faq.aspx#q3. Acesso em: 27 ago. 2024.

WORLD CUSTOMS ORGANIZATION. **General rules for the interpretation of the Harmonized System**. 2024c. Disponível em: <https://www.wcotradetools.org/index.php/en/harmonized-system>. Acesso em: 28 ago. 2024.

YAMADA, T. A Indústria da Fertilidade. **AgroAnalysis**, v. 27, n. 03, p. e1-e16, 2007.

ZANINI, F. **Paralisada por guerra e sanções, estatal de Belarus que importa fertilizantes pode deixar o Brasil**. Folha de São Paulo, 2 mar. 2022. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/colunas/painel/2022/03/paralisada-por-guerra-e-sancoes-estatal-de-belarus-que-importa-fertilizantes-pode-deixar-o-brasil.shtml>. Acesso em: 2 mar. 2024.

ZONTA, E.; STAFANATO, J. B.; PEREIRA, M. G. Fertilizantes minerais, orgânicos e organominerais. In: BORGES, A. L. (Org.). **Recomendações de calagem e adubação para abacaxi, acerola, banana, citros, mamão, mandioca, manga e maracujá**. 2ª ed. Brasília, DF: Embrapa, 2021.

ZÖRB, C.; SENBAYRAM, M.; PEITER, E. Potassium in agriculture - Status and perspectives. **Journal of Plant Physiology**, v. 171, n. 9, p. 656–669, 2014.

ZYLBERSZTAJN, D. **Estruturas de governança e coordenação do agribusiness: uma aplicação da nova economia das instituições**. 1995. 238 f. Tese (Livre Docência) Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

ZYLBERSZTAJN, D. Conceitos gerais, evolução e apresentação do sistema agroindustrial. In: ZYLBERSZTAJN, D.; NEVES, M. F. (Orgs.). **Economia e Gestão dos negócios agroalimentares**. 1ª ed. São Paulo: Pioneira: Thomson Learning, 2000, p. 1-21.

ZYLBERSZTAJN, D.; GIORDANO, S. R. Coordenação e governança de sistemas agroindustriais. In: ZYLBERSZTAJN, D.; NEVES, M. F.; CALEMAN, S. M. Q. (Orgs.). **Gestão de sistemas de agronegócios**. São Paulo: Atlas, 2015. p. 1-20.