

Impacto da alta dos preços dos fertilizantes sobre itens da cesta básica: uma análise durante a covid-19 e a guerra na Ucrânia

Impact of the rise in fertilizer prices on basic basket items: an analysis during covid-19 and the war in Ukraine

Impacto del aumento de los precios de los fertilizantes sobre los artículos de la canasta básica: un análisis durante la covid-19 y la guerra en Ucrania

Guilherme Henrique Fonseca Nogueira¹

Douglas Marcos Ferreira²

Eduardo Alvares de Lima³

¹ Mestrando em Economia Aplicada na Universidade Federal de Viçosa (UFV). Bacharel em Ciências Econômicas pela Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ). **E-mail:** noguilhermee@gmail.com,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5459-5199>

² Doutor e mestre em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Bacharel em Ciências Econômicas pela Universidade Federal de São João del-Rei. Professor da Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Professor Adjunto da Universidade Federal de São João del-Rei. **E-mail:** douglasferreira@ufs.edu.br,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1905-7555>

³ Bacharel em Ciências Econômicas pela Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ). Mestrando em Demografia pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). **E-mail:** edu.alvalimar@gmail.com,
ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-4157-8353>

Resumo: Ao longo de 2020, a pandemia de covid-19 levou a um aumento expressivo nos preços dos fertilizantes globalmente. Esse problema foi intensificado pela guerra entre Rússia e Ucrânia em 2022. Analisando o consumo brasileiro de itens da cesta básica, observou-se um impacto significativo nos preços dos grãos, que dependem diretamente de fertilizantes para o cultivo. Dessa forma, o presente trabalho analisou os repasses do aumento dos preços dos fertilizantes do composto NPK sobre os preços de alguns itens da cesta básica. Para isso, o trabalho utilizou modelos de vetores autorregressivos e as respectivas funções de impulso-resposta e decomposição da variância. A evidência empírica obtida evidenciou que os repasses das variações de preços dos fertilizantes não foram homogêneos entre os produtos da cesta básica considerados neste trabalho. Além disso, o nitrogênio foi o composto dos fertilizantes que apresentou o maior repasse médio para os produtos analisados.

Palavras-chave: cesta básica; fertilizantes; transmissão de preços; vetores autorregressivos.

Abstract: Throughout 2020, the COVID-19 pandemic led to a significant increase in fertilizer prices globally. This issue was further intensified by the war between Russia and Ukraine in 2022. Analysing the consumption of basic food basket items in Brazil, a significant impact was observed on the prices of grains, which directly depend on fertilizers for cultivation. Thus, this study analysed the pass-through of the increase in NPK fertilizer prices to the prices of some basic food basket items. For this purpose, the study used vector autoregressive models, impulse-response functions, and variance decomposition. The empirical evidence showed that the pass-through of fertilizer price variations was not homogeneous among the basic food basket products considered in this study. Additionally, nitrogen was the fertilizer component that exhibited the highest average pass-through to the analysed products.

Keywords: basic food basket; fertilizers; price transmission; autoregressive vectors.

Resumen: A lo largo de 2020, la pandemia de COVID-19 llevó a un aumento significativo en los precios de los fertilizantes a nivel mundial. Este problema se intensificó aún más con la guerra entre Rusia y Ucrania en 2022. Analizando el consumo de artículos de la canasta básica en Brasil, se observó un impacto significativo en los precios de los granos, que dependen directamente de los fertilizantes para su cultivo. De esta manera, el presente trabajo analizó la transferencia del aumento en los precios de los fertilizantes compuestos de NPK sobre los precios de algunos artículos de la canasta básica. Para ello, el trabajo utilizó modelos de vectores autorregresivos, funciones de impulso-respuesta y descomposición de varianza. La evidencia empírica mostró que las transferencias de las variaciones en los precios de los fertilizantes no fueron homogéneas entre los productos de la canasta básica considerados en este estudio. Además, el nitrógeno fue el componente de los fertilizantes que presentó la mayor transferencia promedio hacia los productos analizados.

Palabras clave: canasta básica; fertilizantes; transmisión de precios; vectores autorregresivos.

1 INTRODUÇÃO

A Revolução Agrícola, datada em 10 mil anos a.C., pode ser considerada um dos maiores marcos para a estabilização da civilização como conhecemos hoje. A partir dessa transição histórica, várias ferramentas e práticas de cultivo foram inventadas para a obtenção de alimentos. Desse modo, foi possível que o homem não precisasse se deslocar com tanta frequência, como era anteriormente, com a finalidade de ter uma nutrição mínima.

Nesse cenário, a aplicação de métodos naturais em lavouras, como os adubos, era condição para que se alcançasse uma produtividade cada vez maior. Com o passar dos anos, a sociedade desenvolveu um determinado tipo de adubo, os chamados fertilizantes, que tinham como objetivo tratar o solo para favorecer o crescimento das plantas.

Diante do exposto, faz-se necessário enfatizar que existem diversos tipos de fertilizantes, podendo ser mineral ou orgânico, natural ou sintético. No caso dos fertilizantes minerais, eles incidem diretamente no desenvolvimento da planta. Dessa forma, os mais conhecidos são os fertilizantes do composto NPK, sendo eles: Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K).

O NPK, fertilizante composto, é formado pelos principais macronutrientes necessários para o desenvolvimento adequado de culturas. Ele é uma mistura dos macronutrientes que mais fazem falta às culturas e compõem os maiores *deficits* nutricionais das plantas. Esses nutrientes são as deficiências nutricionais que inviabilizam a produtividade agrícola mais comuns. Dessa forma, apresentam maior expressão econômica nos mercados, tanto por sua valorização comercial como pela oscilação decorrente de suas principais matérias-primas.

Nesse contexto, as principais matérias-primas para a produção desses compostos, como o gás natural, petróleo e derivados, ajudam a compreender a complexidade de preços (ver Figura 4). Além disso, as políticas econômicas que compõem o tema, questões de logística e geopolítica, afetam diretamente os preços do produto final de forma muito sensível. Por exemplo, compostos como amônia, ureia, dentre outros, têm no gás natural sua principal matéria-prima. Diante disso, países como a Rússia, além de grandes produtores destes fertilizantes, também são grandes produtores da

matéria-prima, tendo em sua política interna e externa grande importância no preço do produto.

No contexto internacional, o Brasil é responsável por cerca de 8,5% do consumo global de fertilizantes, ocupando a quarta posição, como divulgado pela Associação Nacional de Difusão de Adubos (ANDA) no Anuário Estatístico de 2020. Além disso, o fato de a produção nacional não ser suficiente para o suprimento da demanda interna faz com que a dependência externa seja predominante nesse mercado. Segundo dados da ANDA (2021), as importações de fertilizantes foram de 80,9% e a produção nacional representou 19,1% do total utilizado nas lavouras. Isto posto, é evidente a importância desse insumo para a cadeia do agronegócio brasileiro e sua relação com o aumento da eficiência de nossos solos e sua produtividade.

Em relação à produção global de fertilizantes, em 2019, a China foi o maior produtor da formação NPK no mundo, totalizando 51,8 milhões de toneladas, seguida pela Rússia, cuja produção foi de 23,7 milhões de toneladas, de acordo com dados da FAO. No caso do Brasil, os maiores parceiros comerciais na importação de fertilizantes, em 2022, foram a Rússia, o Canadá e a China, segundo dados da Secretaria do Comércio Exterior (Comex Stat). Assim, o elevado nível de importação em um setor concentrado comercial e geograficamente, aliado à dependência tecnológica, faz com que a economia brasileira se torne mais vulnerável às oscilações do mercado internacional de fertilizantes.

Neste contexto, as recentes altas verificadas nos preços dos fertilizantes, a partir de 2021, impactaram tanto os produtores agrícolas quanto os preços finais dos alimentos para os consumidores.

Com a pandemia global da covid-19, o impacto mundial no mercado de fertilizantes contribuiu para o aumento geral de preços, em especial os da base de NPK. A ureia, um dos insumos para a produção de nitrogênio, teve uma queda global na produção e um aumento do seu consumo mundial. O fechamento de plantas industriais e a taxaçoão norte-americana nos produtos fosfatados importados da Rússia, juntamente do fechamento temporário de algumas minas de potássio, associado à sua forte demanda, trouxeram um cenário desafiador. Isto posto, o ano de 2021 teve um aumento significativo de aproximadamente 150% no preço (US\$) da ureia, 100% no preço (US\$) do

SSP (insumo para a produção de fosfato), 58,44% e 182,49% nos preços de sulfato de potássio e cloreto de potássio, respectivamente (ambos utilizados para a produção de potássio), segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) e *Index Mundi*.

Recentemente, no início de 2022, a guerra no leste europeu entre a nação russa e ucraniana se intensificou e gerou várias conjunturas para o resto do mundo, sendo um dos primeiros efeitos a disparada nos preços globais de fertilizantes, intensificando a tendência vista anteriormente, levando em consideração a escassez de fertilizantes, proporcionada pelas sanções da UE, a instabilidade de transporte na região, a realocação de recursos escassos para atividades bélicas e o aumento do preço do gás natural (produto essencial para se produzir fertilizantes nitrogenados). Diante disso, segundo dados da CONAB, durante os três primeiros meses de conflito, verificou-se um aumento nos preços (US\$) de 25,4%, 26,9% e 58,9% nos compostos nitrogenados, fosfatados e potássicos, respectivamente.

Analisando sob a óptica do consumo brasileiro de itens da cesta básica, essa tendência também pode ser observada, principalmente, em grãos que necessitam diretamente do uso de fertilizantes para o seu cultivo. Dessa forma, ocorre o impacto direto do aumento dos fertilizantes na vida dos brasileiros, por meio do encarecimento desse insumo básico para a produção de produtos agrícolas da cesta básica, como açúcar, arroz, café em pó, batata, farinha de trigo, óleo de soja e pão francês.

Diante desse cenário, o presente trabalho busca responder a seguinte questão: como o aumento dos preços dos fertilizantes, no período de 2020 e 2022, refletiu no preço de alguns itens da cesta básica do Brasil? Além do presente problema de pesquisa, outra questão que surge é: os repasses de preços tiveram a mesma magnitude entre os produtos da cesta básica?

O presente trabalho tem o objetivo principal de analisar os reflexos das altas dos preços dos fertilizantes sobre os produtos da cesta básica. Especificamente, pretende-se: i) estimar o coeficiente de *pass-through* das variações dos preços dos fertilizantes do composto NPK sobre produtos da cesta básica; ii) identificar quais produtos da cesta básica são mais sensíveis a tais variações de preços; e iii) verificar quais compostos da base NPK provocam os maiores repasses sobre os itens da cesta básica.

A hipótese inicial do trabalho é a de que um aumento em um insumo básico para produção de alimentos, no caso os fertilizantes NPK, são repassados, em certa medida, para os produtos da cesta básica.

2 O MERCADO DE FERTILIZANTES NO BRASIL

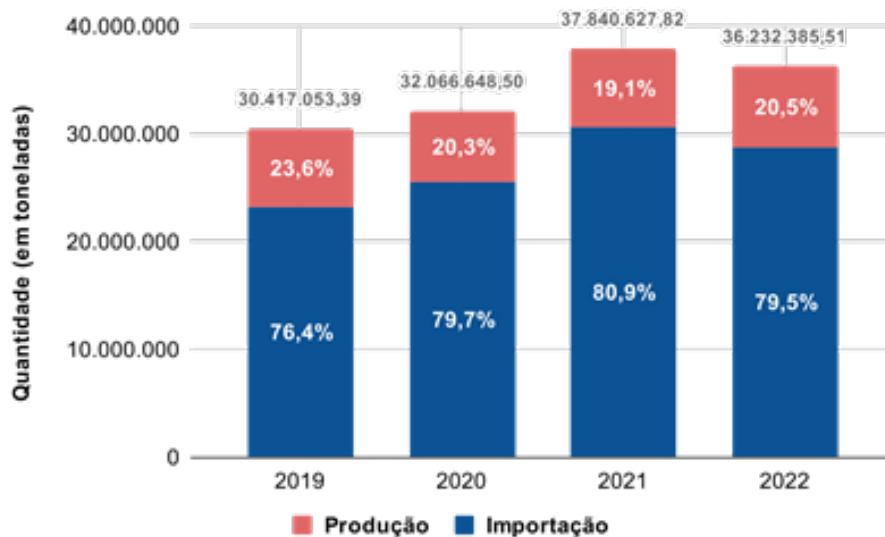
2.1 Caracterização do mercado

No cenário mundial, os compostos NPK e outros fertilizantes que contenham essas substâncias são importantes para o desenvolvimento das mais diversas plantas. A produção, neste caso, é consumida majoritariamente no setor agrícola, como afirma Dias e Fernandes (2006), sendo que a região asiática é a maior produtora, seguida pela América do Norte, segundo dados da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO).

No caso brasileiro, a importância da indústria de fertilizantes não é diferente, visto que o setor agrícola tem uma grande participação no produto nacional (Castro, 2022). Em vista disso, o mercado de fertilizantes tem suas vendas concentradas no Brasil durante as safras de verão, mais especificamente no segundo semestre de cada ano. Há também uma maior concentração do uso desses compostos em culturas específicas, as quais necessitam de fertilizantes devido a fatores específicos dos solos brasileiros. Neste contexto, milho e soja representam mais da metade das culturas demandantes dos nutrientes da base NPK no Brasil (Dias; Fernandes, 2006).

Além disso, o mercado de fertilizantes no Brasil, mais especificamente no que se refere aos elementos químicos formadores do composto NPK, pode ser caracterizado por uma forte dependência externa. Isso pode ser observado na Figura 1, em que, por exemplo, no ano de 2022, o Brasil importou 79,5% (cerca de 28,8 milhões de toneladas) dos fertilizantes, enquanto a produção nacional correspondeu a 20,5% (cerca de 7,5 milhões de toneladas) do total.

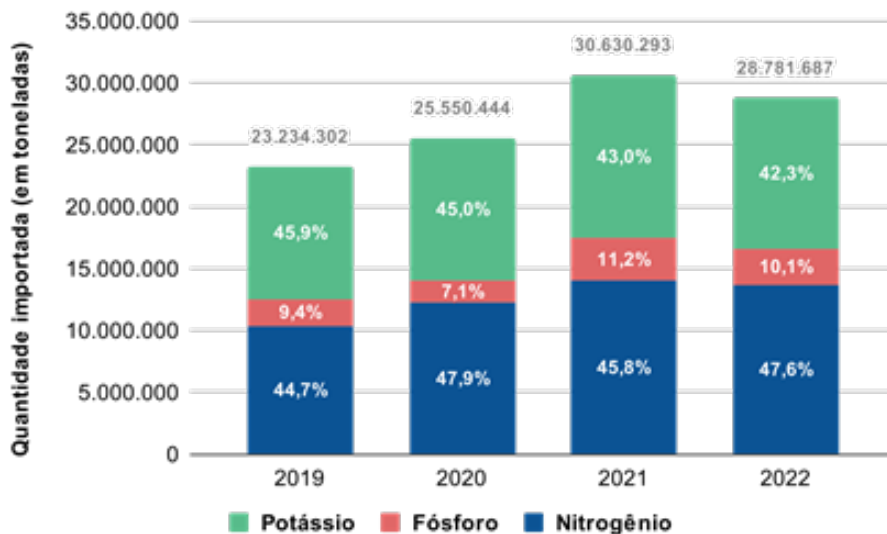
Figura 1 – Total importado e produzido de fertilizantes NPK para o Brasil



Fonte: Comex Stat e Ipeadata, elaborado pelos autores.

No que se refere à importação, no ano de 2022, os países de que o Brasil mais importou adubos nitrogenados (N) foram: Rússia (3 milhões de toneladas) e China (2,9 milhões de toneladas). Em relação aos fertilizantes fosfatados (P), pode-se destacar: Egito (129,3 mil de toneladas) e China (92,4 mil de toneladas). Por fim, para os compostos potássicos (K), destacam-se: Canadá (4,2 milhões de toneladas) e Rússia (3,7 milhões de toneladas). Desse modo, como apresentado na Figura 2, o nitrogênio (47,6%) foi o fertilizante mais importado, seguido pelo potássio (42,3%) e fósforo (10,1%), segundo dados do Comex Stat, para o ano de 2022.

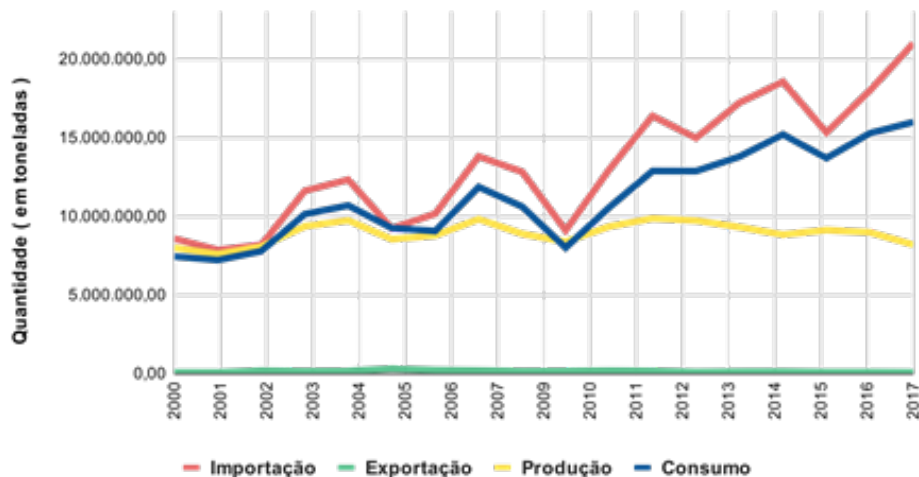
Figura 2 – Quantidade importada de cada fertilizante NPK para o Brasil



Fonte: Comex Stat, elaborado pelos autores.

Quanto às exportações, o Brasil enviou ao exterior uma quantidade anual de 141.213 toneladas, em 2022. Na Figura 3, é possível constatar que o total das exportações representou 0,5% das importações, em 2022. Tal fato sugere que a maior parte importada ou produzida de fertilizantes é consumida nas lavouras do país.

Figura 3 – Total importado, exportado, produzido e consumido de fertilizantes NPK no Brasil



Fonte: Comex Stat, elaborado pelos autores.

Portanto, dado que o país é o quarto maior consumidor mundial de fertilizantes (FAO, 2019) e aliado ao fato de que grande parcela importada e produzida é consumida internamente, confirma-se o argumento da dependência externa brasileira diante da produção de fertilizantes.

Recentemente, no dia 11 de março de 2022, o governo federal lançou o Plano Nacional de Fertilizantes (PNF) para reduzir a importação de insumos (MAPA, 2022). Este plano trouxe diversas medidas para os próximos 28 anos, tendo como objetivo diminuir a dependência do produtor rural brasileiro em relação aos fertilizantes importados e aumentar a produção do país. O PNF pretende diminuir a dependência de importações, em 2050, de 85% para 45%, mesmo que a demanda por fertilizantes dobre.

Nesse sentido, o secretário especial de Assuntos Estratégicos da época, Flávio Rocha, afirmou que o plano prevê 80 metas a serem atingidas, entre elas, estimular o uso de técnicas inovadoras e ampliar o foco dos fertilizantes tradicionais para as cadeias emergentes. Desse modo, em vez de utilizar somente os fertilizantes NPK, será incentivado o uso de bioinsumos e outras tecnologias de nutrição de plantas. Para os produtos emergentes, o PNF apresenta fertilizantes organominerais e orgânicos, por exemplo, adubos

orgânicos enriquecidos com minerais e os subprodutos com potencial de uso agrícola, os bioinsumos e biomoléculas, os remineralizadores, como o pó de rocha, nanomateriais, entre outros (MAPA, 2022).

2.2 Diferenciação dos fertilizantes dos compostos NPK

Segundo o Decreto n. 86.955, de 18 de fevereiro de 1982, os fertilizantes são substâncias minerais ou orgânicas, naturais ou sintéticas, fornecedoras de um ou mais nutrientes das plantas (Brasil, 1982). Além disso, eles podem ser classificados quanto a sua formação em: simples, mistos, orgânicos, organominerais, compostos ou complexos.

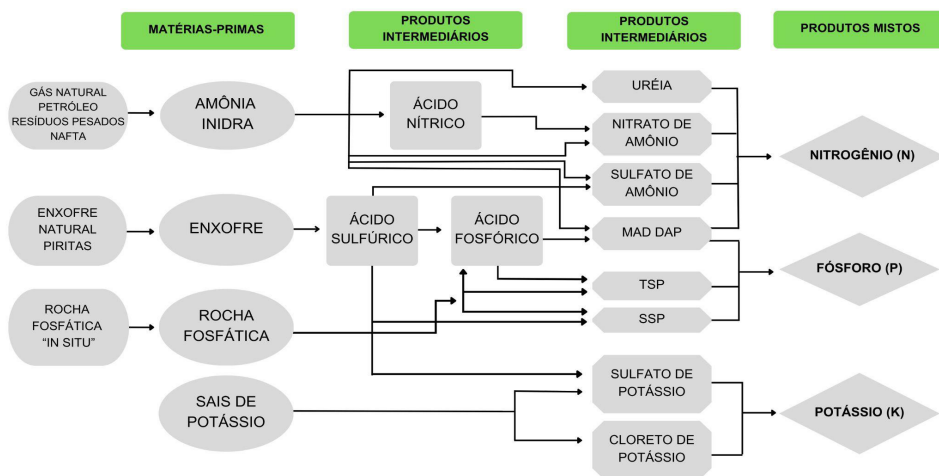
No que diz respeito aos compostos químicos, os fertilizantes podem ser divididos em duas categorias: macronutrientes (carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre) e micronutrientes (boro, cloro, cobre, ferro, manganês, molibdênio, zinco, sódio, silício e cobalto), como descrito por Dias e Fernandes (2006).

Ainda segundo os autores, se houver falta de alguns destes nutrientes, é necessário que haja uma suplementação, já que isso pode ocasionar prejuízo para as plantas. Nesse sentido, as deficiências mais comuns são: Nitrogênio (N), Fósforo (P) e o Potássio (K), ou seja, dos macronutrientes. Isso ocorre devido à participação do NPK no processo produtivo das plantas:

Como importante componente das proteínas e da clorofila, o nitrogênio frequentemente é fator primordial no aumento da produtividade agrícola. O fósforo é responsável pelos processos vitais das plantas, pelo armazenamento e utilização de energia, promove o crescimento das raízes e a melhora da qualidade dos grãos, além de acelerar o amadurecimento dos frutos. O potássio é responsável pelo equilíbrio de cargas no interior das células vegetais, inclusive pelo controle da hidratação e das doenças da planta (Dias; Fernandes, 2006, p. 97).

Na Figura 4, é apresentado um esquema sobre a produção de fertilizantes, demonstrando que o composto NPK é um tipo de fertilizante misto. Isso ocorre porque ele é composto por dois ou mais fertilizantes simples, sendo eles: ureia, nitrato de amônio, sulfato de amônio, fosfato diamônico (MAD DAP), fosfato monoamônico (TSP), superfosfato triplo (SSP), sulfato de potássio e cloreto de potássio.

Figura 4 – Composição dos fertilizantes NPK



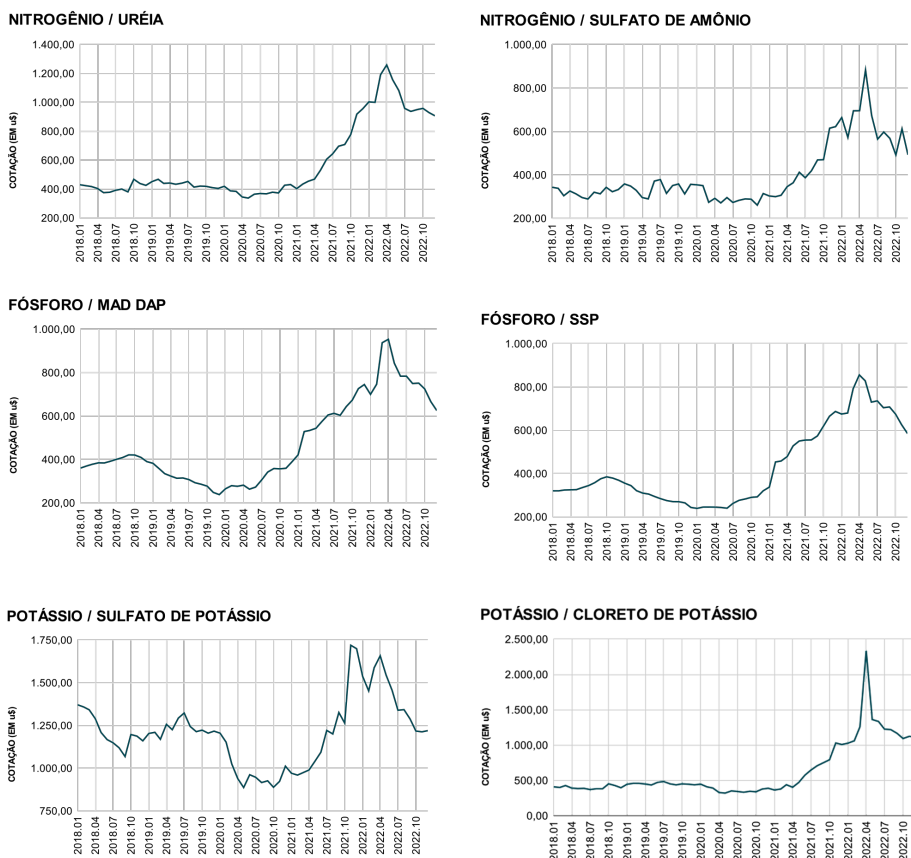
Fonte: Secretaria Especial de Assuntos Estratégicos, modificada.

No contexto do Brasil, um dos fatores que influenciam também no desenvolvimento da planta é o solo, que é majoritariamente ácido. Por esse motivo, são necessárias algumas regulagens, para que haja um ambiente propício para o desenvolvimento da agricultura nacional. Contudo, a utilização de fertilizantes como nitrogênio, fósforo e potássio ainda são indispensáveis do ponto de vista produtivo. Dessa forma, outros elementos podem ser utilizados para que haja a suplementação das plantas, porém elas não possuem valor comercial alto o suficiente, nem mesmo possuem expressividade econômica na indústria, pois a utilização deste se dá em quantidades muito insignificantes (Dias; Fernandes, 2006).

2.3 Preços internacionais dos fertilizantes

Dada a formação dos fertilizantes mistos, no presente trabalho, serão analisadas as médias dos preços dos fertilizantes simples: ureia, sulfato de amônio, MAD DAP, SSP, sulfato de potássio e cloreto de potássio. Cabe ressaltar que, para o nitrato de amônio e TSP, não foi encontrada uma série histórica de suas cotações. Dessa forma, os preços de cada produto são apresentados na Figura 5.

Figura 5 – Preço dos fertilizantes simples do composto NPK (em US\$) desde 2018



Fonte: CONAB e Index Mundi, elaborado pelos autores.

De acordo com a Figura 5, pode-se notar que houve um aumento expressivo no preço dos fertilizantes iniciado no primeiro trimestre de 2021. Um dos fatores que pode ter contribuído para esse crescimento foram os desdobramentos da pandemia de covid-19, que afetou diretamente as cadeias de produção global, como afirma Pinheiro, Konda e Bonini (2022). Ainda de acordo com os autores, os custos no preço do frete internacional e o aumento da demanda interna ajudaram a agravar ainda mais a precificação dos fertilizantes. Assim, este fato pode ser notado no aumento geral

dos compostos NPK, entre janeiro de 2021 e janeiro de 2022, de aproximadamente 100%. No caso da ureia, o aumento foi de 149,1%; para o sulfato de amônio, a alta no período foi de 119,5%; para o MAD DAP, observou-se uma elevação de 66,2%; o SSP foi 100%; o sulfato de potássio foi 58,4%; e o cloreto de potássio aumentou 182,5%.

Além disso, durante os primeiros meses do conflito entre Rússia e Ucrânia, mais especificamente entre os meses de fevereiro a abril, notou-se uma elevação, no curto prazo, nos preços, visto que a ureia apresentou um crescimento de 25,9% nos preços, o sulfato de amônio de 21,5%, o MAD DAP de 27,7%, o SSP de 25,9%, o sulfato de potássio de 14,2% e o cloreto de potássio de 120,1%. Dessa forma, um dos motivos que podem subsidiar a elevação dos preços são as sanções econômicas impostas à nação russa pelas nações contrárias ao conflito, que promoveram uma redução ainda maior da oferta global desses produtos, como está disposto no Boletim Macro da FGV (2022).

2.4 Uso de fertilizantes na cesta básica

A cesta básica de alimentos brasileira atualmente é composta por 13 itens encontrados em todo o território nacional, sendo carne, leite, feijão, arroz, farinha, tomate, pão francês, café em pó, banana, açúcar, banha/óleo e manteiga seus componentes. O presente trabalho focará em algum desses bens, a saber: açúcar, arroz, batata, café em pó, farinha de trigo e óleo de soja. Esses itens são fundamentais para a nutrição mínima de qualquer cidadão, como exposto no Decreto-Lei n. 399 (Brasil, 1938), discorrido pelo Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos (DIEESE): “Esta cesta, chamada Cesta Básica de Alimentos, seria suficiente para o sustento e bem estar [sic] de um trabalhador em idade adulta, contendo quantidades balanceadas de proteínas, calorias, ferro cálcio e fósforo”, como exposto na Tabela 1.

Tabela 1 – Tabela de provisões mínimas estipuladas pelo Decreto-Lei n. 399

Alimentos	Nacional
Carne	6,0 kg
Leite	15,0 L
Feijão	4,5 kg
Arroz	3,0 kg
Farinha	1,5 kg
Batata	6,0 kg
Legumes (Tomate)	9,0 kg
Pão francês	6,0 kg
Café em pó	600 g
Frutas (Banana)	90 unid.
Açúcar	3,0 kg
Banha/Óleo	1,5 kg
Manteiga	900 g

Nota: Segundo a FAO (2004), não estão disponíveis estatísticas confiáveis sobre o consumo de nutrientes por cultura no Brasil. Dessa forma, os números apresentados na Tabela 2 foram calculados por meio de estimativas indiretas. A demanda de NPK foi calculada para cada nutriente com base na área plantada, na demanda de cada cultura e no padrão de adubação usado na lavoura.

Fonte: DIEESE, elaborado pelos autores.

Tabela 2 – Consumo de fertilizantes por cultura (kg/ha)

Cultura	Total Produto	Nitrogênio	Fósforo	Potássio	Total NPK
Arroz	193	27	35	20	82
Farinha	276	12	50	47	109
Batata	2.873	121	362	195	678
Pão francês	276	12	50	47	109
Café em pó	542	114	24	92	230
Açúcar	447	55	51	110	216
Óleo	365	8	66	62	136

Fonte: FAO, elaborado pelos autores.

Assim, entre as culturas listadas anteriormente, as maiores taxas de nitrogênio são aplicadas na batata e no café em pó. Já as taxas de fósforo

são mais altas nas lavouras da batata. Por fim, as maiores taxas de aplicação de potássio são na batata, no açúcar e no café em pó.

3 METODOLOGIA

A análise empírica do trabalho tem por base a econometria de séries temporais, em especial na utilização dos modelos de Vetores Autorregressivos. A utilização dessa abordagem permite captar a dinâmica dos repasses das variações dos preços dos fertilizantes sobre itens da cesta básica, fato conhecido na literatura como *pass-through*, com base nas Funções de Impulso-Resposta e Decomposição da Variância do modelo estimado.

3.1 Análise dos repasses via modelo de Vetores Autorregressivos

O modelo VAR estimado neste trabalho, para mensurar o *pass-through* das variações dos preços dos fertilizantes do composto NPK para os preços dos itens da Cesta Básica:

$$y_t = m + A_1 y_{t-1} + A_2 y_{t-2} + \dots + A_p y_{p-1} + \varepsilon_t \quad (1)$$

Em que y_t é um vetor coluna com as variáveis utilizadas no modelo, sendo elas: índice de preços da cesta básica – açúcar, arroz, café, batata, farinha de trigo, pão francês e óleo, preços de fertilizantes do composto NPK – nitrogênio, fósforo e potássio, taxa de câmbio, índice de preço do petróleo e índice de produção física industrial, todas na base logarítmica; A_1, A_2, \dots, A_p são matrizes de coeficientes do tipo $k \times k$; m é um vetor de constantes de dimensão $k \times 1$; e ε_t é um processo “ruído branco” vetorial. O índice de preço do petróleo e o índice de produção física industrial foram utilizados como variáveis de controle como proxy para oferta e demanda, respectivamente.

A partir das matrizes dos coeficientes estimados pelo modelo VAR, tais estimações podem ser sumarizadas por certas funções. Para isso, nesta pesquisa, recorreu-se às Funções de Impulso-Resposta e Decomposição da Variância dos erros de previsão para mostrar o impacto ao longo do tempo de

choques nos preços dos fertilizantes sobre os preços de itens da Cesta Básica. Dessa forma, os coeficientes acumulados do *pass-through* são derivados da adaptação das funções de Impulso-Resposta, proposta por Belaish (2003):

$$PT_{t,t+j} = \frac{\sum_{j=1}^T \Delta P_{t,t+j}}{\sum_{j=1}^T \Delta E_{t,t+j}} \times 100 \quad (2)$$

Em que $\Delta P_{t,t+j}$ é a mudança acumulada no nível de preço do item da Cesta Básica j meses após o choque, e $\Delta E_{t,t+j}$ é a depreciação acumulada dos preços do composto NPK ao longo desse mesmo período.

3.2 Variáveis e fonte de dados

Na análise e nos testes empíricos deste trabalho, foram considerados os seguintes dados:

- i. As variações do IPCA para os itens da cesta básica: açúcar, arroz, café, batata, farinha de trigo, pão francês e óleo, calculadas pelo IBGE. Cada variação foi transformada em um número índice com base em janeiro de 2018 = 100.
- ii. Os preços dos fertilizantes do composto NPK, obtido a partir das cotações de ureia, sulfato de amônio, sulfato de potássio e cloreto de potássio, obtidas na CONAB, MAD DAP e SSP, extraídos do Index Mundi.
- iii. A taxa nominal de câmbio (R\$/US\$) referente ao mercado de compra, expressa pela série 3697 do BACEN.
- iv. O Índice de Preço do Petróleo, base média 2012 = 100, obtido no Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA).
- v. O Índice de Produção Industrial de bens de consumo, base média 2012 = 100, obtido no IPEA.

Os dados são mensais, e a análise compreendeu o período entre 2020 e 2022.

4 RESULTADOS

Dados os aumentos expressivos dos compostos NPK verificados nos últimos anos, torna-se relevante analisar os repasses das variações nos preços destes fertilizantes para itens da cesta básica, conforme descrito na metodologia. A Tabela 3 apresenta os repasses da variação de 1% no preço de cada componente da base NPK sobre o preço do açúcar.

Tabela 3 – Coeficiente de *pass-through* (%) para o açúcar

Mês	Nitrogênio (N)	Fósforo (P)	Potássio (K)
3	0,17	0,08	0,03
6	0,24	0,14	0,06
9	0,24	0,15	0,06
12	0,25	0,15	0,06

Fonte: elaborado pelos autores.

De acordo com a Tabela 3, para a cultura do açúcar, foi demonstrado que, para um aumento de 1% no preço do nitrogênio, o repasse para o preço final do produto foi de 0,17% ao final do terceiro mês e cerca de 0,24% no sexto, nono e décimo segundo mês. Em relação ao fósforo, observou-se um repasse de 0,08% para o terceiro mês e aproximadamente 0,15% para os outros meses, até o 12º mês. Já em relação ao potássio, verificou-se o menor repasse dentre os fertilizantes, visto que foi de 0,03% no 3º mês e culminando em um repasse de 0,06% no 9º e 12º mês. Esse resultado mostra a importância do nitrogênio na formação de preço do açúcar, em virtude de a cana-de-açúcar ser a 3ª maior cultura que consome os compostos NPK no Brasil, como afirma Costa e Silva (2012). A decomposição da variância dos erros de previsão do açúcar é apresentada na Tabela 4.

Tabela 4 – Decomposição da variância do erro de previsão do açúcar

Mês	d.p.	Açúcar	Dólar	Petróleo	Produção Industrial	Fósforo	Nitrogênio	Potássio
1	0,01	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,01	81,69	6,42	3,38	0,24	3,81	4,02	0,45
6	0,01	79,62	7,14	3,18	0,24	5,21	4,10	0,52

Mês	d.p.	Açúcar	Dólar	Petróleo	Produção Industrial	Fósforo	Nitrogênio	Potássio
9	0,01	79,45	7,25	3,18	0,23	5,26	4,09	0,53
12	0,01	79,44	7,25	3,18	0,23	5,27	4,09	0,53

Fonte: elaborado pelos autores.

Com base nos resultados da Tabela 4, o fósforo é o composto da base NPK que explica a maior parcela das variações do erro de previsão do açúcar ao longo de 12 meses (5,27%), seguido pelo nitrogênio (4,09%).

Em relação ao arroz, a Tabela 5 traz o coeficiente de repasse dos preços dos fertilizantes sobre esse item da cesta básica.

Tabela 5 – Coeficiente de *pass-through* (%) para o arroz

Mês	Nitrogênio (N)	Fósforo (P)	Potássio (K)
3	-0,01	-0,01	-0,04
6	0,09	0,00	-0,06
9	0,11	0,01	-0,06
12	0,11	0,01	-0,06

Fonte: elaborado pelos autores.

Com base na tabela anterior, verificou-se um baixo repasse das variações dos preços dos fertilizantes para o arroz ao longo de 12 meses. O nitrogênio foi o que apresentou o maior coeficiente no período analisado, sendo que o aumento de 1% no preço desse fertilizante refletiu em uma alta de 0,11% no preço do arroz, após 12 meses do choque inicial. No caso do fósforo, o repasse foi praticamente nulo no período em questão (0,01%) e, para o potássio, o repasse final foi de uma redução em 0,06% no preço do arroz, após o aumento inicial de 1% no preço do fertilizante. A Tabela 6 traz a decomposição da variância para o arroz.

Tabela 6 – Decomposição da variância do erro de previsão do arroz

Mês	d.p.	Arroz	Dólar	Petróleo	Produção Industrial	Fósforo	Nitrogênio	Potássio
1	0,01	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

3	0,02	95,54	1,30	0,19	2,29	0,20	0,19	0,28
6	0,02	94,90	1,53	0,18	2,62	0,20	0,24	0,33
9	0,02	94,82	1,58	0,18	2,64	0,21	0,24	0,34
12	0,02	94,82	1,58	0,18	2,64	0,21	0,24	0,34

Fonte: elaborado pelos autores.

Os fertilizantes de base NPK explicam uma baixa parcela das variações do erro de previsão do arroz, entre 0,21% e 0,34%. Tal fato corrobora os baixos repasses de preços evidenciados na Tabela 5. Cabe ainda ressaltar que, das culturas analisadas no presente trabalho, o arroz é a que utiliza a 2ª menor quantidade de fertilizante, cerca de 82 kg/ha, conforme apresentado na Tabela 2.

Os resultados dos repasses das variações dos preços dos fertilizantes para café são listados na Tabela 7, a seguir.

Tabela 7 – Coeficiente de *pass-through* (%) para o café

Mês	Nitrogênio (N)	Fósforo (P)	Potássio (K)
3	0,87	0,17	0,19
6	3,25	0,61	0,63
9	5,42	0,93	0,91
12	9,28	1,21	1,25

Fonte: elaborado pelos autores.

Os resultados mostram que o café foi o produto da cesta básica que sofreu os maiores repasses das altas dos preços dos fertilizantes, entre 2020 e 2022. No caso do nitrogênio, a cada 1% de aumento na cotação do fertilizante, foi repassado 0,87% no preço final, após o 3º mês; após 6 meses, o repasse foi de 3,25%, e, em 12 meses, o *pass-through* foi de 9,28%. A respeito dos potássicos, o repasse foi de 0,19%, 0,63%, 0,91% e 1,25%, para o 3º, 6º, 9º e 12º mês, respectivamente, sendo que esses valores foram semelhantes para os fosfatados.

Com o objetivo de verificar a importância dos fertilizantes na variação dos erros de previsão do café, recorreu-se à decomposição da variância do café (Tabela 8).

Tabela 8 – Decomposição da variância do erro de previsão do café

Mês	d.p.	Café	Dólar	Petróleo	Produção Industrial	Fósforo	Nitrogênio	Potássio
1	0,01	64,00	2,64	0,00	0,00	5,16	28,21	0,00
3	0,02	34,77	3,18	0,57	0,04	13,24	46,15	2,04
6	0,03	30,05	3,84	0,34	0,31	19,15	44,21	2,10
9	0,03	29,19	3,90	0,27	0,40	20,50	43,68	2,05
12	0,04	28,80	3,96	0,24	0,44	21,07	43,47	2,04

Fonte: elaborado pelos autores.

Os resultados mostram a relevância dos preços dos fertilizantes na dinâmica de formação dos preços do café, uma vez que um choque no preço do nitrogênio explica 43,47% do erro de previsão desse produto, após 12 meses, e o fósforo responde por 21,07% dessa variação.

Desse modo, pode-se notar que a cultura de café é altamente influenciada pelo aumento de preços dos fertilizantes nitrogenados, em primeiro lugar, seguido pelos fosfatados. Isso ocorre devido ao fato de essa cultura demandar muito nitrogênio para produção, conforme Tabela 4, além de ser a 4ª cultura que mais consome fertilizantes no Brasil (Costa; Silva, 2012).

A Tabela 9 apresenta os repasses da variação de 1% no preço de cada componente da base NPK sobre o preço da farinha de trigo.

Tabela 9 – Coeficiente de *pass-through* (%) para a farinha

Mês	Nitrogênio (N)	Fósforo (P)	Potássio (K)
3	-0,07	0,07	0,01
6	-0,16	0,04	0,00
9	-0,16	0,04	0,00
12	-0,17	0,04	0,00

Fonte: elaborado pelos autores.

Em relação aos repasses das variações dos preços dos compostos NPK para a farinha de trigo, é possível inferir que a magnitude desses efeitos foi pequena, mesmo após 12 meses após o choque inicial. No que tange aos fosfatados, o aumento de 1% no preço desse composto teve um repasse

positivo de 0,07% no terceiro mês, e 0,04% nos respectivos meses, evidenciando o baixo *pass-through*. Para o potássio, essa relação foi praticamente nula, não afetando a variação final do preço da farinha de trigo.

Quando analisada a decomposição da variância do erro de previsão da farinha de trigo (Tabela 10), observa-se que os choques nos preços dos fertilizantes explicam uma pequena parcela dessa variação. Conforme apresentado na Tabela 2, o fósforo é o fertilizante mais utilizado no cultivo da cultura em questão, sendo o composto do fertilizante que mais explica a variância do erro de previsão da farinha de trigo após 12 meses (4,85%).

Tabela 10 – Decomposição da variância do erro de previsão da farinha

Mês	d.p.	Farinha	Dólar	Petróleo	Produção Industrial	Fósforo	Nitrogênio	Potássio
1	0,01	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,01	89,50	0,79	1,54	2,33	5,02	0,16	0,66
6	0,01	88,32	1,34	1,77	2,32	4,85	0,42	0,98
9	0,01	88,31	1,35	1,77	2,33	4,85	0,42	0,98
12	0,01	88,31	1,35	1,77	2,33	4,85	0,42	0,98

Fonte: elaborado pelos autores.

Em relação aos repasses para o preço do óleo, mostrado na Tabela 11, os fertilizantes fosfatados foram os que apresentaram os maiores coeficientes no período analisado. No curto prazo (3 meses), uma variação de 1% no preço deste composto tem um repasse de 0,19% no preço do óleo, sendo que, no final de 12 meses, a magnitude do repasse se eleva para 0,36%. Um dos fatores que explicam esse comportamento se deve ao fato de o óleo apresentar o maior consumo de fósforo dentre os produtos analisados (cerca de 66 kg/ha, conforme a Tabela 2).

Tabela 11 – Coeficiente de *pass-through* (%) para o óleo

Mês	Nitrogênio (N)	Fósforo (P)	Potássio (K)
3	-0,05	0,19	-0,04
6	-0,07	0,31	-0,06
9	-0,06	0,35	-0,05

Mês	Nitrogênio (N)	Fósforo (P)	Potássio (K)
12	-0,06	0,36	-0,05

Fonte: elaborado pelos autores.

Por fim, os resultados dos repasses das variações dos preços dos fertilizantes para a batata são listados na Tabela 12, a seguir.

Tabela 12 – Coeficiente de *pass-through* (%) para a batata

Mês	Nitrogênio (N)	Fósforo (P)	Potássio (K)
3	-1,15	0,27	0,15
6	-1,97	-0,39	0,08
9	-1,60	-0,51	0,61
12	-1,68	-0,48	0,51

Fonte: elaborado pelos autores.

No que diz respeito aos repasses para o preço da batata, observou-se que, diante de um aumento de 1% nos preços dos fertilizantes potássicos, houve um repasse de 0,15%, no terceiro mês, seguido de 0,08%, no 6º mês, e 0,51%, no 12º mês. Para fosfatados e nitrogenados, observaram-se repasse negativos.

Inserida neste contexto, a decomposição da variância dos erros de previsão da batata (Tabela 13) fornece importantes especificidades da dinâmica de preço do tubérculo.

Tabela 13 - Decomposição da variância do erro de previsão da batata

Mês	d.p.	Batata	Dólar	Petróleo	Produção industrial	Fósforo	Nitrogênio	Potássio
1	0,05	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,09	95,82	1,01	0,50	1,40	0,82	0,38	0,06
6	0,09	93,09	1,02	0,99	1,98	2,18	0,67	0,07
9	0,09	92,66	1,02	1,00	2,13	2,44	0,66	0,09
12	0,09	92,62	1,02	1,02	2,15	2,43	0,66	0,10

Fonte: elaborado pelos autores.

Entre todos os produtos da cesta básica analisados, as variações no erro de previsão da batata se mostraram menos sensíveis às variáveis externas, inclusive os fertilizantes. Ao final de 12 meses após o choque inicial no preço deste produto, cerca de 92% foram explicados por ele próprio.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conflito no leste europeu entre Rússia e Ucrânia impactou diretamente no mercado de fertilizantes global, ressoando para toda a cadeia de produção e consumo de setores associados aos fertilizantes, principalmente o de *commodities* e o alimentício. Os altos índices de importação desse insumo da região em conflito deixam o Brasil mais suscetível a choques externos, evidenciando a fragilidade brasileira diante de um setor estratégico do agronegócio, dadas as restrições internas de produção, tecnológicas e de infraestrutura.

O presente trabalho buscou medir esses impactos no mercado mundial de fertilizantes sobre os preços dos itens da cesta básica brasileira, a partir da estimação de modelos autorregressivos.

Em síntese, os resultados mostraram que os repasses das variações de preços dos fertilizantes não foram homogêneos entre os produtos da cesta básica considerados neste trabalho. Nesse sentido, o café foi o produto mais sensível às variações de preços do composto NPK. Em sentido oposto, o arroz e a farinha de trigo apresentaram menores repasses das variações nos preços dos fertilizantes. Em relação aos três compostos de fertilizantes analisados, também foi identificado um comportamento assimétrico, uma vez que o nitrogênio foi o que apresentou o maior repasse médio para os produtos analisados.

Tal resultado, somado ao fato de o Brasil ser um grande importador de fertilizantes, sobretudo os de compostos nitrogenados, traz novos desafios para os formuladores de políticas públicas, no sentido de buscar assegurar a segurança alimentar e nutricional da população.

Em relação às limitações do estudo, a análise de repasses considerou as estimações de cada produto da cesta básica isoladamente. Nesse sentido, sugere-se, para trabalhos, futuros a estimação com base em uma

metodologia multivariada, de forma a captar as inter-relações entre os preços dos produtos da cesta básica, além dos preços dos fertilizantes.

REFERÊNCIAS

ANDA. Associação Nacional para Difusão de Adubos. *Setor de Fertilizantes: Anuário Estatístico 2020*. São Paulo: ANDA, [2021].

BELAISCH, A. Exchange rate pass-through in Brazil. *IMF Working Papers*, n. 141, 2003.

BRASIL. Decreto-lei n. 399, de 30 de abril de 1938. Aprova o regulamento para execução da Lei n. 185, de 14 de janeiro de 1936, que institui as Comissões de Salário Mínimo. *Diário Oficial da União*: Brasília, DF, 1938.

CASTRO, Nicole Rennó. Afinal, quanto o agronegócio representa no PIB brasileiro? *CEPA*, Piracicaba, 5 out. 2022. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/opiniao-cepea/afinal-quanto-o-agronegocio-representa-no-pib-brasileiro.aspx>. Acesso em: 10 abr. 2023.

COSTA, Letícia Magalhães da; SILVA, Martim Francisco de Oliveira e. A indústria química e o setor de fertilizantes. *BNDES – Biblioteca Digital*, [S. l.], 2012.

DIAS, Victor Pina; FERNANDES, Eduardo. Fertilizantes: uma visão global sintética. *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, ed. 24, p. 97-138, set. 2006.

FAO. *Fertilizer consumption, 1961 to 2019*. [S. l.]: FAO, 2019. Disponível em: https://ourworldindata.org/grapher/fertilizer-consumption-usda?country=~OWID_WRL. Acesso em: 17 fev. 2025.

FAO. Fertilizer used by crop in Brazil. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, Rome, 2004.

FGV. Fundação Getúlio Vargas. A guerra intensifica o choque inflacionário. *Boletim Macro FGV*, Rio de Janeiro, n. 129, mar. 2022. Disponível em: <https://portalibre.fgv.br/sites/default/files/2022-03/2022-03-boletim-macro.pdf>. Acesso em: 17 fev. 2025.

MAPA. Governo Federal lança Plano Nacional de Fertilizantes para reduzir importação dos insumos. *Gov.br – Ministério da Agricultura e da Pecuária*, Brasília, DF, 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Brasil. Decreto n. 86.955 de 18 de fevereiro de 1982. Regulamenta a Lei n. 6894, de 16 de dezembro de 1980, alterada pela Lei n. 6934, de 13 de julho de 1981, que dispõe sobre a inspeção e a fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes destinados à agricultura, e pelo Decreto-Lei n. 1899, de 1981, que institui taxas relativas às atividades do Ministério da Agricultura. *Diário Oficial da União*: Brasília, DF, 18 fev. 1982.

PINHEIRO, Yasmin Aparecida; KONDA, Sussumo Tatenauti; BONINI, Luci Mendes de Melo. *Impactos da pandemia Covid-19 na importação de fertilizantes para o agronegócio brasileiro*. São Paulo: Editora Científica, 2022.

