



The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>


aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.

Os impactos dos preços do milho ao longo das cadeias consumidoras

The impacts of corn prices along consumer chain

André Luis Ramos Sanches¹ , Lucílio Rogerio Aparecido Alves^{1,2} , Geraldo Santa'Ana de Camargo Barros^{1,2} , Mauro Osaki^{1,2} 

¹Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), Universidade de São Paulo (USP), Piracicaba (SP), Brasil. E-mails: andre.sanches@cepea.org.br; lralves@usp.br; gscbarro@usp.br; mosaki@cepea.org.br

²Departamento de Economia, Administração e Sociologia, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), Universidade de São Paulo (USP), Piracicaba (SP), Brasil. E-mail: lralves@usp.br

Como citar: Sanches, A. L. R., Alves, L. R. A., Barros, G. S. C., & Osaki, M. (2024). Os impactos dos preços do milho ao longo das cadeias consumidoras. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 62(3), e274483. <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2023.274483>

Resumo: O presente estudo tem como objetivo identificar a direção e a intensidade de transmissão de choques nos preços do milho em grão, disponível ao produtor rural, sobre os preços nas principais cadeias produtivas que utilizam o cereal como insumo e sobre os preços de produtos disponíveis ao consumidor final brasileiro. Os produtos considerados na análise foram carne de frango, carne suína, carne bovina, ovos, leite e etanol. O método de estimação empregado foi o de Autorregressão Vetorial com Correção de Erro na sua versão estrutural (SVEC), com base nos dados do período de janeiro de 2001 a dezembro de 2022. Os resultados indicam que choques nos preços do milho em grão influenciam positivamente todos os produtos no varejo. As elasticidades acumuladas em 12 meses de impulso ao choque não antecipado de 1% nos preços do milho evidenciam que os impactos mais expressivos foram sobre os preços dos ovos (0,197%), carne de suínos (0,145%), seguidos por carne de frango (0,137%), etanol (0,107%), carne de bovinos (0,086%) e leite e derivados (0,031%).

Palavras-chave: consumo de milho, choques de preços, inflação, autorregressão vetorial.

Abstract: This study aims to identify the direction and intensity of transmission of shocks in the prices of corn grain, available to rural producers, on the prices of products that use corn grain as an input, available to final Brazilian consumers. The products considered in the analysis were chicken meat, pork, beef, eggs, milk, and ethanol. The estimation method employed was the Structural Error-Corrected Vector Autoregression (SVEC), based on data from January 2001 to December 2022. The results indicate that shocks in corn grain prices positively influence all retail products. The cumulative 12-month elasticity of impulse to the unanticipated 1% shock in corn prices, the most expressive impacts were on egg prices (0.197%), pork (0.145%), followed by chicken meat (0.137%), ethanol (0.107%), beef (0.086%), and milk and dairy products (0.031%).

Keywords: corn consumption, price shocks, inflation, autoregressive vectors.

1. Introdução

Este trabalho tem como objetivo principal identificar a direção e a intensidade de transmissão de choques nos preços do milho em grão, disponível ao produtor rural, sobre os preços de produtos que utilizam o cereal como insumo, disponíveis ao consumidor final brasileiro. A necessidade de entender as relações de preços do cereal e os preços no varejo é justificada por dois aspectos principais: a preocupação constante por parte de agentes públicos e privados no que se refere à inflação, em especial, a dos preços de alimentos na economia brasileira. Entre janeiro de 2001 e dezembro de 2022, o subgrupo Alimentos e Bebidas do Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) acumulou alta de 427%. No mesmo período, os preços do milho¹ em grão aumentaram 783,3%, em termos nominais (Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada, 2023; Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2023).

¹ Preços nominais coletados pelo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada – CEPEA/ESALQ/USP, milho disponível na região de Campinas/SP no mercado de lotes, limpo e seco, negociado entre empresas.

Como segundo aspecto, ressalta-se a relevância que o milho apresenta nos custos de produção de ração na economia brasileira. A Embrapa Suínos e Aves (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Suínos e Aves, 2023) informa que, em dezembro de 2022, o item nutrição foi responsável por 72,4% do índice de custo de produção de frango e por 79,6% do índice de produção de suíno no Brasil. O milho é utilizado como principal fonte de energia na formulação de dietas para aves e suínos, participando em até 80% do volume da composição das dietas.

É fundamental explicitar, embora não seja objeto deste estudo, que o preço do milho tem sua formação determinada, em grande medida, por fatores básicos fora do alcance do produtor rural e dos demais agentes da cadeia produtiva que o leva ao consumidor. De um lado, estão fatores associados à oferta e custos de produção, como o clima, a incidência de pragas e doenças e o decorrente uso de insumos (como agroquímicos). Essencial mencionar neste contexto a evolução tecnológica e da eficiência técnica e administrativa e seu impacto sobre a produtividade, ensejando ajustes na condução da cultura e no padrão de ocupação do território. A produtividade por hectare do milho no Brasil multiplicou-se por 3,2 de 1975 a 2022, sendo que dois terços desse aumento se deram a partir do ano 2000. Ademais, o aumento da produtividade a contar de 2000 a 2022 explica 80% do avanço de produção de 270% ocorrido no período (Companhia Nacional de Abastecimento, 2023a).

De outro, atuam fatores do lado da demanda, como a evolução da renda e do emprego, entre outros. Fatores externos também são muito relevantes, pois afetam o custo dos insumos importados e as cotações das commodities agropecuárias (entre as quais a do milho) no mercado internacional (o qual compete com o mercado doméstico), bem como as variações cambiais (influenciadas por movimentos nas contas comerciais e de capital do país e por fatores de ordem política e institucional e seus efeitos sobre as expectativas dos agentes de mercado). Ver a respeito Barros et al. (2022).

Em vista dessa dinâmica produtiva e à expansão do mercado mundial, ao longo das duas primeiras décadas do século XXI, o Brasil se consolidou como terceiro maior produtor de milho, atrás dos Estados Unidos e China, e um dos maiores consumidores, atrás de Estados Unidos, China e União Europeia. Em termos de demanda, o consumo doméstico absorve cerca 70% da produção brasileira, sendo que em torno de 60% são destinados a ração animal e 10% para produção de alimentos, sementes e produção industrial (United States Department of Agriculture, 2023).

Entre as safras 2000/01 e 2021/22, o consumo de milho pelo segmento de ração animal nacional saltou de 27,2 milhões para 54,7 milhões de toneladas (Associação Brasileira das Indústrias do Milho, 2022). Diante da ampla utilização do cereal pela indústria de nutrição animal, constata-se que a expansão do consumo de milho no Brasil durante as duas primeiras décadas do século XXI foi associada ao crescimento da atividade pecuária, em especial, às criações de aves, suínos e bovinos.

O consumo industrial passou de 4,1 para 14,5 milhões de toneladas entre as safras 2000/01 e 2021/22 (Associação Brasileira das Indústrias do Milho, 2022). O milho é utilizado como insumo por indústrias dos segmentos de alimentício, têxtil, cosmético, entre outros. Mas é a produção de biocombustível (etanol) que tem se destacado como importante segmento consumidor, com rápida e acentuada expansão. A produção de etanol de milho absorveu 234 mil toneladas do cereal na safra 2017/18, saltando para 7,7 milhões de toneladas na safra 2020/21 (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 2023).

Diante a pujança do mercado brasileiro de milho, em termos de produção e consumo, é importante avaliar como e com que intensidade as oscilações nos preços do cereal afetam os preços de produtos disponíveis no mercado varejista que o utilizam o cereal em larga escala como insumo. Estudos nesse sentido tendem a contribuir para a tomada de decisão de produtores, consumidores e agroindústria envolvidos nesse mercado, assim como agentes públicos interessados no processo inflacionário dos produtos considerados no estudo.

Em condições normais (de estabilidade), sabe-se que as variações de preços ao produtor agropecuário são mais intensas do que ao consumidor (Barros, 2017). Entende-se que os custos de comercialização são mais estáveis frente aos preços recebidos pelo produtor rural, pois são compostos de itens cujos preços são reajustados com maior período de tempo, como salários, alugueis, energia comparado aos preços recebidos pelo produtor rural.

Nesse contexto, foram ajustados modelos econométricos de séries temporais, com o objetivo de identificar a direção, velocidade e a intensidade de transmissão de choques nos preços de milho em grãos sobre os preços nas principais cadeias produtivas que utilizam o cereal como insumo e preços de produtos disponíveis ao consumidor final, como carne de frango, carne suína, carne bovina, leite e derivados, ovos e etanol. Busca-se, com esse trabalho, contribuir para a melhor compreensão da importância da produção de milho no Brasil em termos de impacto em outras cadeias produtivas demandantes do cereal e melhor compreensão do processo de formação de preços dos produtos que utilizam o cereal como insumo, dada a relevância destes no consumo das famílias brasileiras.

Em seguida, são apresentados breves aspectos da literatura sobre o tema em apreço. Posteriormente, são apresentados os aspectos metodológicos deste trabalho, para, na sequência, apresentar os resultados e discussões. As considerações finais sumariam o trabalho.

2. Fundamentação Teórica

Esta seção está dividida em duas subseções. Inicialmente são apresentados estudos da revisão de literatura sobre impactos de preços de *commodities* agrícolas sobre o mercado varejista e, em seguida, faz-se uma breve descrição do panorama da produção e consumo de milho no Brasil.

2.1 Relações de preços de commodities agrícolas sobre o mercado varejista

O papel do setor agropecuário em relação ao nível de preços geral da economia é amplamente discutido na literatura econômica, em especial, trabalhos que avaliam a elevação da inflação via choques de oferta. Autores como Mallick & Sousa (2013), Rodríguez & Zumaquero (2021), Stockl et al. (2017), chegaram à conclusão de que parte da variação da inflação se deve a variações nos preços internacionais de *commodities*, para diferentes países, em diferentes períodos de tempo.

Mallick & Sousa (2013) investigaram os impactos dos choques nos preços das *commodities* nas cinco principais economias emergentes: Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul, por meio da aplicação de uma análise Bayesiana com o Método Vector Auto Regressivo, com dados trimestrais de 1990 a 2012. Os principais resultados indicaram que choques positivos nos preços das *commodities* se traduziram em aumentos da inflação. A resposta da política monetária a esse choque de preços das *commodities* tem sido acompanhada por um impacto contracionista no crescimento real do Produto Interno Bruto e pela valorização da moeda nacional, mas com alguma persistência da inflação.

Especificamente para a economia brasileira, Moreira (2014) analisou os dados no período de 2005 a 2013, a fim de testar relações entre mudanças nos preços de *commodities* e variáveis macroeconômicas. As principais evidências demonstram a existência de efeitos de curto prazo dos choques de preços de *commodities* sobre a inflação ao consumidor esperada e atual, bem como sobre o Produto Interno Bruto e o câmbio. O autor conclui que a volatilidade nos mercados de *commodities* não é neutra, no período avaliado.

Na mesma linha de pesquisa, Stockl et al. (2017) avaliaram a relação dos índices CRB (*Commodity Research Bureau*) e IC-Br (*Commodity Brasil*) com a evolução da taxa de câmbio e inflação, no período de 2005 a 2013. Os resultados mostram que um efeito líquido de um aumento no preço das commodities é positivo sobre a inflação, e que as variações cambiais provenientes dos choques nos preços de commodities são mecanismos importantes de amortecimentos das pressões inflacionárias resultantes. Ou seja, essas flutuações cambiais são importantes mecanismos de absorção de parcela de tais choques repassados ao consumidor.

Choques de oferta, mais especificamente como os choques provenientes dos preços das commodities, impactaram a dinâmica da inflação brasileira no período de 2002 a 2014, e como e com que eficácia a política monetária reagiu foram avaliados por Carrara & Barros (2019). Os resultados sugerem que a taxa de inflação brasileira teve um componente de indexação importante, mas é também influenciada pela expectativa que o mercado forma a seu respeito e pelo comportamento dos preços do lado da oferta, que também exercem certo impacto na expectativa de inflação. Com relação à produção agrícola, Carrara & Barros (2021) encontram indícios de que a elevação da produção no campo contribui para arrefecer a inflação nos domicílios na economia brasileira; porém, o impacto se mostrou pequeno para os anos de 2017 e 2018.

Variações nos preços das commodities agrícolas, assim como choques na oferta, tornaram-se uma variável importante na determinação da inflação ao consumidor. Entende-se como choque de oferta alterações positivas ou negativas nas condições de produção. No setor agropecuário, os choques de oferta positivos (que aumentam a oferta agregada) podem ser causados por melhoramentos tecnológicos e acompanhados por ganhos de produtividade. Por outro lado, os choques negativos retraem a oferta agregada, como uma quebra de safra causada por ataques de pragas ou problemas climáticos (Barros, 2017; Carrara & Barros, 2021).

Choques positivos na oferta implicam em maior disponibilidade doméstica e tendem a contribuir para conter o aumento dos preços ao consumidor, o que ajuda a política monetária a manter os preços estáveis. O contrário é verdadeiro: choques negativos na oferta ou retração da disponibilidade doméstica tendem a ser acompanhados por aumentos nos preços no campo e disseminados para outras cadeias produtivas, via aumento dos custos das matérias-primas para a produção de bens de consumo (Barros, 2017; Carrara & Barros, 2021).

As relações dos preços da soja sobre os preços ao consumidor na economia brasileira, no período de 2000 a 2018, foram avaliadas por Alves et al. (2022), por meio de modelos aplicados de séries temporais de Autorregressão Vetorial com correção de erros, em sua versão estrutural (SVEC). Os autores constataram que choques nos preços da soja em grão influenciam positivamente e, de forma mais intensa, os preços do óleo de soja no mercado varejista, seguido dos impactos nos preços da carne suína, na carne de frango. Os impactos sobre os preços no varejo do óleo diesel, pescados, ovos, margarina foram menos representativos, mas também foram na mesma direção dos choques da matéria-prima.

No mesmo sentido, Alves et al. (2021) avaliaram a direção e a intensidade de transmissão de choques nos preços da fibra de algodão sobre os preços de roupas ao consumidor final na economia brasileira, no período de 2000 a 2018, por meio do modelo de Autorregressão Vetorial com correção de erros, em sua versão estrutural (SVEC). Os autores identificaram maior relação do preço da pluma com preços de fios e baixo impacto sobre elos seguintes; ainda apontam que a pouca inter-relação de preços do algodão com os preços dos demais produtos da cadeia têxtil é resultado dos expressivos volumes e valores das importações de fibras sintéticas e de manufaturados.

Carrara & Barros (2020), também verificaram que o setor agropecuário contribuiu em alguma medida para a queda do nível da inflação no Brasil nos últimos anos. O bom desempenho do setor agropecuário em termo de ganhos de produtividade e aumento da produção contribuíram para refrear os níveis de preço da economia brasileira, no período de 2002 a 2017. Por meio da estimativa da curva de Phillips por Autorregressão Vetorial com correção de erros, em sua versão estrutural (SVEC), os autores identificaram que o aumento dos preços no setor agropecuário pode provocar no nível geral de preços da economia, o qual não perdura com o decorrer dos períodos e ainda se reverte, passando a funcionar como um redutor do IPCA, no período avaliado.

Na mesma linha de pesquisa, Barros & Castro (2021) avaliaram o impacto dos preços agropecuários ao consumidor na economia brasileira, no período de 2000 a 2019, e de que forma estes mercados influenciaram o setor produtivo. Por meio da perspectiva de *facts finding research*, os autores identificaram que a alta observada no peso da alimentação no IPCA a contar de 2006 não encontra justificativa nos preços relativos ao produtor. Ou seja, não tem havido aumentos de preços reais ao produtor agropecuário que justifiquem as elevações reais dos alimentos e bebidas ao consumidor. Os resultados indicaram que apenas pequena parcela das elevadas oscilações de preços nominais de preços ao produtor agropecuário é repassada ao consumidor final, e, mesmo assim, este é impactado no seu custo de vida.

A relação entre os preços de commodities agrícolas tem sido tema de estudo de muito autores, em especial, os preços na economia brasileira. No entanto, mesmo com destacada relevância da produção e consumo de milho nos últimos anos, as relações entre os preços pago ao produtor rural e processo inflacionário no varejo não estão disponíveis na literatura até o momento.

2.2. Produção e consumo de milho no Brasil

A produção brasileira de milho apresentou forte expansão nos últimos anos, saltando de 42,3 para 113,1 milhões de toneladas entre as safras de 2000/01 a 2021/22, com vigorosa taxa de crescimento de 4,57% a.a.. O aumento da produção é associado à expansão do cultivo do milho em segunda safra, respondendo por cerca de 3/4 da oferta nacional (Companhia Nacional de Abastecimento, 2023a).

O cultivo do milho em duas safras tornou-se possível graças ao desenvolvimento de cultivares de soja mais precoces, uso de máquinas e equipamentos mais eficientes, manejo de fertilidade e intensificação de solo. No geral, o que se observa é que a oferta de milho no Brasil vem crescendo em função da maior oferta da segunda safra, em detrimento da primeira safra. Produtores viram a oportunidade de intensificar o cultivo de verão com outras culturas, especialmente a soja, e de passar a ter a cultura do milho como uma importante opção de segunda safra, geralmente após a colheita da soja (Alves et al., 2018).

O incremento da segunda safra promoveu alterações importantes no mercado de milho brasileiro, em especial na relação oferta e demanda ao longo dos anos, com a maior oferta do cereal passando a se concentrar no terceiro trimestre de cada ano. A segunda alteração importante foi a crescente participação do Brasil nas exportações mundiais do grão (Sanches et al., 2018). Entre as safras de 2000/01 e 2021/22, as exportações brasileiras de milho saltaram de 5,9 para 43,5 milhões de toneladas, se consolidando entre os principais exportadores mundiais (Companhia Nacional de Abastecimento, 2023a). As transações externas têm relação com a criação da Lei Kandir, em 1996, conforme discutido em Alves et al. (2018).

Mesmo com a maior interação com o mercado externo, o consumo doméstico absorve a maior parte da produção nacional, apesar de ter diminuído o percentual nos últimos anos, passando de 82,6% na safra 2000/01, para 66,3%, em 2021/22 (Companhia Nacional de Abastecimento, 2023a). No mesmo período, conforme exposto na Figura 1, o consumo doméstico saltou de 34,9 para 75 milhões de toneladas, aumento de 114,8%, com taxa de crescimento de 3,54% a.a..

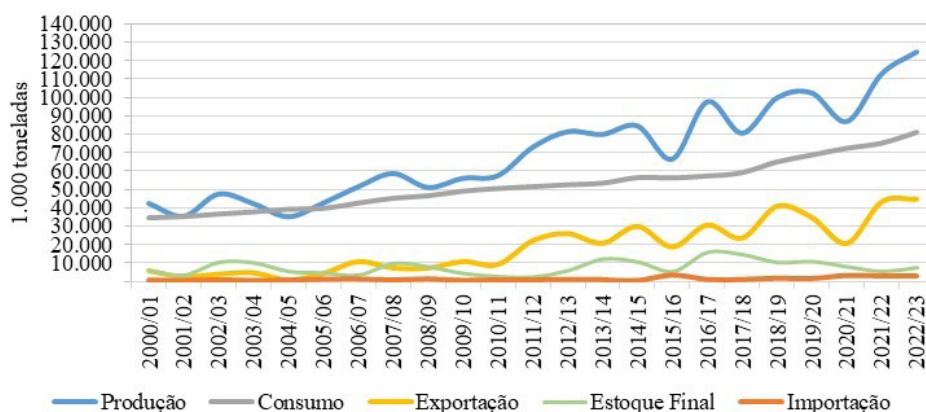


Figura 1. Evolução da produção, importação, consumo e exportação de milho no Brasil, entre 2000/01 a 2022/23.

Fonte: Companhia Nacional de Abastecimento (2023a).

O incremento na produção do milho segunda safra, maior interação com o mercado externo via exportações crescentes e aumento do consumo doméstico ao longo das duas primeiras décadas do Século XXI foram acompanhados por alteração no processo de formação de preços do cereal no mercado brasileiro, com impactos sobre a sazonalidade dos preços regionais evidenciados no trabalho por Souza et al. (2023) e alterações na transmissão de preços entre as regiões no mercado interno (Alves et al., 2019).

Pela ótica do produtor rural, a comercialização do milho ocorre majoritariamente com cooperativas, cerealistas, *trading companies* para o beneficiamento, limpeza e secagem do grão. Nessa etapa, o preço recebido pelo produtor ou pago ao produtor é denominado preço de balcão, tendo no Brasil como unidade Reais por saca de 60 quilos. Na próxima etapa de comercialização, o cereal limpo e seco passa a ser comercialização entre empresas no mercado atacadista, denominado mercado de lotes, envolvendo *trandings* voltadas à exportação, cooperativas, indústria processadora, comerciantes ou mesmo a aquisições pelo governo para composição de estoques estratégicos (Alves et al., 2018).

Os diferentes usos do milho foram apresentados por Strazzi (2015), com destaque a produção de ração animal, indústria de alimentação humana e produção de biocombustíveis. Alves et al. (2018) apresentaram a síntese do fluxograma da cadeia produtiva do milho, destacando as transações entre insumos para produção agrícola, possibilidades de comercialização do produtor rural e unidades de beneficiamento, indústrias processadoras, distribuição e varejo nacional e internacional.

Posteriormente, Sanches et al. (2019) discutiram o fluxograma de transações da cadeia produtiva do milho, na qual destacou cinco principais destinos após a unidade de beneficiamento: 1) produção de rações e farelo, destinado ao gado de corte, gado de leite, suínos, aves de corte, aves de postura, aquacultura e animais domésticos de pequeno porte (pet food); 2) moagem via úmida para produção de amidos, xaropes, dextrose, dentre outros produtos destinados à indústria; 3) moagem via seco para produção de farinhas, fubá, canjicas, dentre outros produtos destinados à alimentação humana; 4) indústria de etanol e óleo; e 5) exportações.

No Brasil, o consumo animal é a principal utilização de milho no Brasil, representando cerca de 50% do consumo nacional na média das safras de 2019/20 a 2021/22, seguido pelo consumo industrial, com cerca de 12% (Associação Brasileira das Indústrias do Milho, 2022). O crescente consumo de milho nas duas últimas décadas esteve, portanto, associado ao pujante setor de proteína animal, em especial o de aves de corte e suinocultura (Tabela 1).

Tabela 1. Distribuição percentual do consumo doméstico de milho no Brasil.

| Segmento/ Média no período | 2000/01 e 2022/23 | 2019/20 e 2021/22 |
|----------------------------|-------------------|-------------------|
| Consumo animal | | |
| Aves de corte | 29,90% | 24,45% |
| Aves de postura | 5,70% | 4,35% |
| Suinocultura | 21,96% | 13,42% |
| Bovinocultura | 6,82% | 4,26% |
| Outros animais | 3,87% | 3,51% |
| Consumo humano | 3,80% | 1,81% |
| Consumo industrial | | |
| Etanol de milho | 0,00% | 7,09% |
| Moagem | 10,27% | 4,89% |
| Perdas e sementes | 2,60% | 2,14% |
| Outros usos | 9,36% | 3,81% |

Fonte: Elaborado pelos autores com base nas informações da Associação Brasileira das Indústria do milho e Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 2023).

A oferta e a demanda mensal de milho no mercado brasileiro no período de 2001 a 2018 foi estimada por Sanches et al. (2018), em que os autores destacam as alterações no fluxo mensal de disponibilidade do cereal, assim como a tendência crescente do consumo de milho para a cadeia produtiva de ração animal e consumo industrial. O aumento no número de aves, suínos e gado de corte está associado ao maior consumo de milho para a produção de ração no período avaliado.

No segmento de moagem de milho (uso industrial), existem as indústrias moageiras a seco e úmido que resultam em diversos subprodutos, utilizados como ingredientes de alta qualidade na indústria. A moagem por via seca é, essencialmente, um processo de quebra física dos grãos de milho em que os principais produtos gerados são farinhas, fubás, farelos, flocos, *grits*, canjica, sêmola de milho. A moagem via úmida permite separar o gérmen do endosperma para posterior extração de óleo, em um processo em que o milho é macerado com água e passa por tratamento químico e fermentação. O principal produto gerado é o amido de milho, base para produção de amido modificado, dextrina, xaropes de glicose e maltose. Os derivados de milho são utilizados em mais de 150 produtos de diferentes setores, desde o uso na indústria alimentícia, ração animal, produção de biocombustíveis, tecelagem, papel à indústria farmacêutica (Strazzi, 2015).

Ainda em termos de consumo industrial, a utilização do milho para produção de etanol vem crescendo a cada ano. Segundo dados da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (2023), em 2017, foram utilizadas 950 mil toneladas de milho para a produção de etanol no Brasil, passando para 7,02 milhões de toneladas em 2022.

A maior disponibilidade de milho na região Centro-Oeste e os benefícios técnicos e econômicos presentes na integração produtiva entre cana-de-açúcar e milho são apontadas por Silva et al. (2020) como os principais motivos da competitividade da produção de etanol de milho no Brasil ao longo da segunda metade da década de 2010. Os autores também destacam benefícios como a menor ociosidade da planta produtiva, aumento da diversificação das receitas, menos sazonalidade na oferta de etano e economia nos custos no sistema produtivo do tipo *flex* integrada.

Nesta indústria, também são produzidos os coprodutos DDGS (*Dried Distillers Grain with Solubles*), DDG (*Dried Distillers Grain*) e WDGS (*Wet Distillers Grain with Solubles*), utilizados como ingredientes de alta qualidade na alimentação animal, e o óleo de milho.

3. Metodologia

Para a análise dos efeitos das alterações nos preços do milho no mercado disponível (ou lote ou atacado, com comercialização do produto limpo e seco) sobre os preços dos produtos no mercado varejista, foi implementado o modelo de Autorregressão Vetorial com correção de erros, em sua versão estrutural (SVER). Esta metodologia faz parte do arcabouço de séries temporais e é indicada para o contexto multivariado, tendo como referência a abordagem adotada nos trabalhos de Alves et al. (2021, 2022).

A implementação do modelo SVAR exige a realização de alguns testes auxiliares prévios. Inicialmente, foi avaliada a estacionariedade nas séries por meio dos testes ADF-GLS pelo método proposto por Elliott et al. (1996). Em seguida, foi verificada a existência de vetores de cointegração, ou seja, de relação de longo prazo em cada um dos conjuntos de série de preços, pelo método proposto por Johansen (1988).

Após identificada a existência de vetores de cointegração entre as variáveis, o modelo Estrutural de Autoregressão Vetorial com Correção de Erros (SVEC) foi implementado como propõe Enders (2014). Quando observada a relação de longo prazo entre as variáveis, termos de correção de erros devem ser incluídos no modelo - pois há necessidade considerar o desvio da trajetória de longo prazo das séries - que é conhecido como Mecanismo de Correção de Erro (Bacchi, 1994; Enders, 2014). A ordem de defasagens do modelo SVEC e a construção da matriz de relações contemporâneas foram definidas pela significância dos coeficientes estimados.

Como passo seguinte, foi estimada a função de impulso resposta, identificando a intensidade dos efeitos de um choque exógeno não antecipado em uma das séries sobre todas séries consideradas. No caso, o foco se dá nos efeitos e durações de um choque nos preços do milho sobre os preços ao consumidor de produtos que utilizam o cereal como insumo ao longo da cadeia produtiva.

Por fim, via decomposição da variância dos erros de previsão, foi avaliada a importância de cada choque (em cada variável do modelo) na explicação dos desvios dos valores observados das variáveis em relação à sua previsão realizada no início do período considerado, para k períodos à frente. Para a realização do procedimento metodológico descrito, foi utilizado o software econométrico *WinRats*.

3.1 Dados utilizados

O período de análise considerado é de janeiro de 2001 a dezembro de 2022, com exceção dos preços de etanol, que abrangem o período de setembro de 2019 a dezembro de 2022. As séries de preços se referem às médias mensais representativas a nível Brasil, obtidas no Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada, da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada, 2023), e no Instituto Brasileiro de Economia (IBRE) da Fundação Getúlio Vargas (Fundação Getúlio Vargas, 2023). Foram utilizadas as séries de preços do milho em grão, ração, aves, suínos, bovinos, carne de aves, carne de suínos, carne bovina, ovos, leite e etanol.

Também foram incorporados os respectivos subgrupos do Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística como variações dos preços em nível de varejo: IPCA frango, IPCA carne de suínos, IPCA carnes, IPCA ovos, IPCA leite e Derivados e IPCA Etanol (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2023).

Cabe destacar que as séries de preços foram transformadas em número índice, com base 100 para o mês inicial, e, em seguida, para logaritmos neperianos. Todas as séries foram consideradas em valores nominais e, portanto, não foram deflacionadas, pois o objetivo era entender os repasses nominais de preços até o varejo (inflação).

4. Resultados e Discussão

Inicialmente, foram definidos os seis produtos finais disponíveis ao consumidor que utilizam o milho como insumo e os principais produtos das respectivas cadeias produtivas, fluxo de transações entre os agentes na cadeia produtiva do milho, com base nos trabalhos de Alves et al. (2018), Sanches et al. (2019), que discutem o fluxo de transações da cadeia produtiva do milho no Brasil, assim como as relações econômicas entre os elos da cadeia produtiva e as atividades de processamento.

Os produtos finais e o fluxo das cadeias produtivas são apresentados na Tabela 2. Os preços de cada um desses produtos são as variáveis que compõe as equações (modelos) estimadas para analisar os impactos de preços do milho sobre os preços no mercado varejista, seguindo o fluxo de transações entre os agentes para cada um dos produtos finais.

Tabela 2. Produtos finais focos de análises e variáveis consideradas em cada modelo

| Equação | Produto final | Preços dos produtos considerados |
|---------|-----------------|--|
| 1 | Carne de frango | Preço do milho ↔ Preço da ração ↔ Preço de Aves ↔ Preços da carne de frango ↔ IPCA frango |
| 2 | Carne de suínos | Preço do milho ↔ Preço da ração ↔ Preço do suíno ↔ Preços da carne de suínos ↔ IPCA carne de suínos |
| 3 | Carne bovina | Preço do milho ↔ Preço da ração ↔ Preço de bovinos ↔ Preços da carne bovina ↔ IPCA carne |
| 4 | Ovos | Preço do milho ↔ Preço da ração ↔ Preço de ovos ↔ IPCA ovos |
| 5 | Leite | Preço do milho ↔ Preço da ração ↔ Preço do leite ↔ Preço nos Laticínios ↔ IPCA leite e derivados |
| 6 | Etanol | Preço do milho ↔ Preço do etanol de milho ↔ IPCA etanol |

Fonte: Dados da pesquisa

Os testes ADF-GLS para identificação da estacionariedade das séries e possíveis ordens de integração foram realizados com constante (modelo 1) e com constante e tendência (modelo 2); e implementados com o número de defasagens escolhido pelo critério de informação de Akaike modificado (MAIC). Os resultados dos testes ADF-GLS são expostos no Apêndice A, e indicam que não se pode rejeitar a hipótese de não-estacionariedade das séries em nível. Ao refazer os testes com as variáveis na primeira diferença, os resultados passaram a indicar estacionariedade das mesmas; com isso, pode-se deduzir que são integradas de ordem um.

As relações de longo prazo foram avaliadas por meio do teste de cointegração para cada conjunto de séries. Os resultados dos testes do traço são expostos na Tabela 3. Para as séries de preços que compõe a cadeia produtiva da carne de frango, não se pode rejeitar a hipótese da existência de três vetores, considerando os valores críticos a 5% de significância; para as séries de preços que compõe a cadeia produtiva suína, não se pode rejeitar a hipótese da existência de três vetores; para as séries de preços que compõe a cadeia produtiva da carne bovina, não se pode rejeitar a hipótese da existência de três vetores; para as séries de preços que compõe a cadeia produtiva de ovos, não se pode rejeitar a hipótese da existência de três vetores; para as séries de preços que compõe a cadeia produtiva do leite, não se pode rejeitar a hipótese da existência de um vetor; e por fim, para as séries de preços que compõe a cadeia produtiva do etanol, não se pode rejeitar a hipótese da existência não existência de dois vetores de cointegração.

Tabela 3. Resultado dos testes de cointegração de com foco nos produtos no mercado varejista.

| Hipótese nula (H_0) | Hipótese alternativa (H_1) | Estatística traço | Valor Crítico 5% |
|--|--------------------------------|-------------------|------------------|
| <i>Cadeia produtiva de carne de frango</i> | | | |
| $r = 0$ | $r > 0$ | 181,176 | 76,813 |
| $r = 1$ | $r > 1$ | 100,020 | 53,945 |
| $r = 2$ | $r > 2$ | 43,596 | 35,070 |
| $r = 3$ | $r > 3$ | 13,337 | 20,164 |
| $r = 4$ | $r > 4$ | 2,925 | 9,142 |
| <i>Cadeia produtiva de carne suína</i> | | | |
| $r = 0$ | $r > 0$ | 197,122 | 76,813 |
| $r = 1$ | $r > 1$ | 91,911 | 53,945 |
| $r = 2$ | $r > 2$ | 48,444 | 35,070 |
| $r = 3$ | $r > 3$ | 12,133 | 20,164 |
| $r = 4$ | $r > 4$ | 4,969 | 9,142 |
| <i>Cadeia produtiva de carne bovina</i> | | | |
| $r = 0$ | $r > 0$ | 173,784 | 76,813 |
| $r = 1$ | $r > 1$ | 86,285 | 53,945 |
| $r = 2$ | $r > 2$ | 36,365 | 35,070 |
| $r = 3$ | $r > 3$ | 13,840 | 20,164 |
| $r = 4$ | $r > 4$ | 3,115 | 9,142 |
| <i>Cadeia produtiva de ovos</i> | | | |
| $r = 0$ | $r > 0$ | 160,721 | 53,945 |
| $r = 1$ | $r > 1$ | 49,437 | 35,070 |
| $r = 2$ | $r > 2$ | 21,884 | 20,164 |
| $r = 3$ | $r > 3$ | 3,768 | 9,142 |
| <i>Cadeia produtiva de leite e derivados</i> | | | |
| $r = 0$ | $r > 0$ | 132,816 | 76,813 |
| $r = 1$ | $r > 1$ | 48,437 | 53,945 |
| $r = 2$ | $r > 2$ | 24,036 | 35,070 |
| $r = 3$ | $r > 3$ | 8,033 | 20,164 |
| $r = 4$ | $r > 4$ | 0,000 | 9,142 |
| <i>Cadeia produtiva de etanol</i> | | | |
| $r = 0$ | $r > 0$ | 84,149 | 35,070 |
| $r = 1$ | $r > 1$ | 28,044 | 20,164 |
| $r = 2$ | $r > 2$ | 3,259 | 9,142 |

Fonte: Resultados da pesquisa. Nota: Os valores críticos obtidos em Osterwald-Lenum (1992).

Após a constatação da relação de longo prazo entre as variáveis dos modelos propostos, foram estimados os modelos Estruturais de Autorregressão Vetorial com os termos de Correção de Erro (SVEC) e uma defasagem. A ordem de entrada das variáveis em cada um das equações segue a sequência apresentada na Tabela 2, Baseada nas relações econômicas existentes entre as variáveis, define-se a matriz de relações contemporâneas e respectivas partes estruturais dos modelos.

Para avaliar os impactos de choques nos preços do milho sobre os preços de carne de frango no varejo (equação 1), a matriz foi estruturada para que os choques contemporâneos ocorressem dos preços do milho sobre os preços da ração, dos preços da ração sobre os preços de frango ao produtor; dos preços do frango sobre os preços da carne de frango (atacado); e, dos preços da carne de frango sobre os preços da carne no varejo, IPCA frango. Os resultados das elasticidades acumuladas de impulso do modelo SVEC mostraram que um aumento de 10% nos preços do milho acumula impacto positivo de 2,77% sobre o preço da ração, 2,62% sobre o preço do frango ao produtor, 1,6% sobre o preço da carne de frango no atacado e 1,37% sobre o IPCA frango, em 12 meses (Figura 2).

Pela decomposição da variância do erro de previsão do preço da carne de frango no varejo (Apêndice B) observa-se que, no terceiro período, 52% da variância do erro de previsão do IPCA frango são decorrentes de choques no próprio IPCA frango, 18% de choques nos preços da carne de frango e 23% nos preços das aves, com tendência de permanecer constante nos meses seguintes.

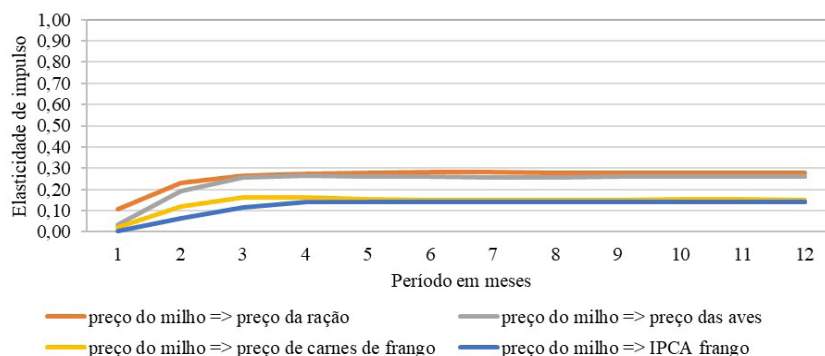


Figura 2. Resposta acumulada ao choque de um desvio-padrão nos preços do milho na cadeia produtiva de carne de frango.

Fonte: Dados da pesquisa.

Os impactos de choques nos preços do milho sobre os preços de carne de suínos no varejo foram avaliados seguindo a equação 2, e a matriz de relações contemporâneas foi estruturada considerando choques dos preços do milho sobre os preços da ração, dos preços da ração sobre os preços do suíno ao produtor; dos preços do suíno sobre os preços da carne suína (atacado); e, dos preços da carne suína sobre os preços da carne no varejo, IPCA carne de suínos. As elasticidades acumuladas de impulso do modelo SVEC mostraram que um aumento de 10% nos preços do milho acumula impacto positivo de 3,13% sobre o preço da ração, 0,38% sobre o preço do suíno ao produtor, 0,56% sobre o preço da carne suína no atacado e 1,45% sobre o IPCA carne de suínos, em 12 meses (Figura 3).

Na decomposição da variância do erro de previsão do preço da carne de suínos no varejo (Apêndice C), observa-se que, no quinto período, 76% da variância do erro de previsão do IPCA carne de suínos são decorrentes de choques no próprio preço dos suínos, 11% de choques nos preços da carne de suínos (atacado) e 10% de choques nos preços dos suínos ao produtor, com tendência de permanecer constante nos meses seguintes.

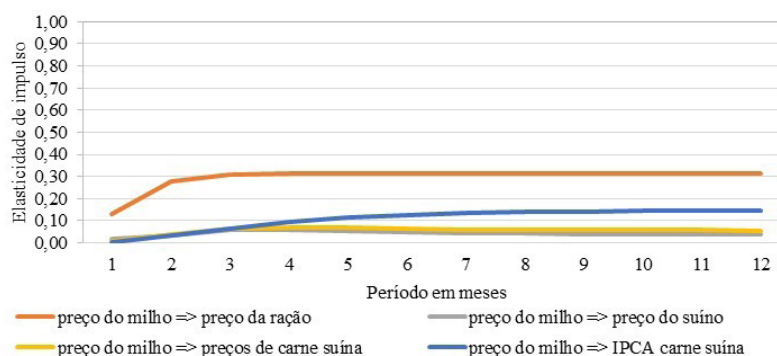


Figura 3. Resposta acumulada ao choque de um desvio-padrão nos preços do milho na cadeia produtiva de carne de suínos.

Fonte: Dados da pesquisa.

Um aspecto importante das relações de preços de milho e da carne de aves e suínos, é a estrutura da cadeia produtiva de produção de aves e suíno no Brasil. Segundo a Associação Brasileira de Proteína Animal (2023), a relação de integração é predominante em 90% da produção de aves e suínos no País, no qual a agroindústria fornece os insumos e a gestão técnica, assegura o fornecimento dos animais e remunera o produtor, que é responsável pelo manejo, além da infraestrutura dos animais.

As relações contratuais para o fornecimento de matéria-prima pelo produtor integrado à agroindústria foram amplamente discutidas por Khayat (2020), na qual o autor identifica assimetrias derivadas da concentração do mercado, assimetria informacional, dependência econômica e falta de poder de barganha do produtor integrado. Possivelmente, essas relações contratuais podem estar associadas a intensidade de transmissão de preços nos diferentes elos da cadeia produtiva, no entanto, merecem ser avaliadas com mais profundidade.

Nesse contexto, o repasse de oscilações nos preços do milho sobre os preços do frango e da carne dos suínos podem ser impactadas pelas relações contratuais de fixação de preços a médio prazo por parte da agroindústria. Certamente trabalhos que consigam inserir variáveis relacionadas a questão de produtores integrados podem trazer novas contribuições a esta área de estudo.

No modelo que visa avaliar os impactos de choques nos preços do milho sobre os preços de carne bovina no varejo (equação 3), a matriz de relações contemporâneas foi estruturada considerando os choques nos preços do milho sobre os preços da ração, dos preços da ração sobre os preços de bovinos ao produtor; dos preços dos bovinos sobre os preços da carne no atacado; e, dos preços da carne no atacado sobre os preços da carne no varejo, IPCA carnes. Os choques nos preços do milho indicam impacto no mesmo sentido de 0,294% sobre o preço da ração, 0,097% sobre o preço do bovino ao produtor, 0,136% sobre o preço da carne no atacado e 0,086% sobre o IPCA carnes, em 12 meses, ou seja, o aumento de 10% nos preços do milho acumula impacto positivo de 0,86% sobre os preços de carne no varejo (Figura 4).

Na decomposição da variância do erro de previsão do preço da carne bovina no varejo (Apêndice D), a partir do terceiro período, 49% da variância do erro de previsão do IPCA carne são decorrentes de choques no próprio IPCA carne, 20% de choques nos preços da carne de bovinos no varejo e 28% nos preços dos bovinos, com tendência de permanecer constante nos meses seguintes.

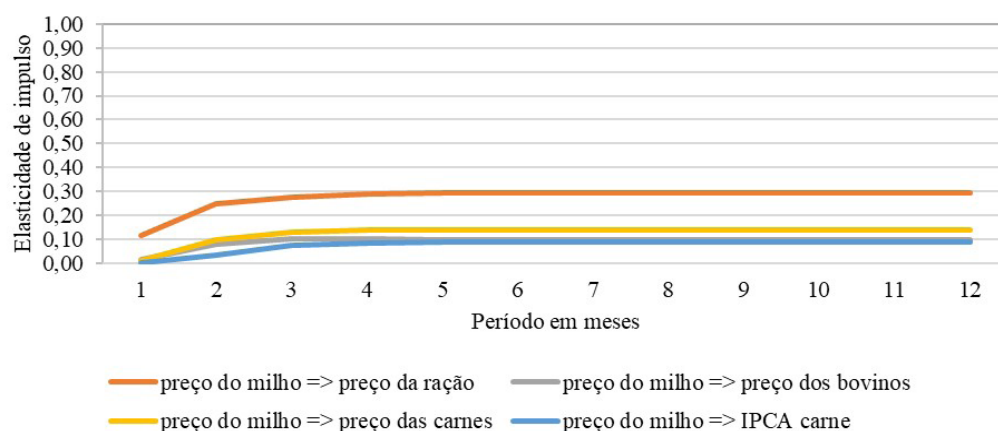


Figura 4. Resposta acumulada ao choque de um desvio-padrão nos preços do milho na cadeia produtiva de carne de bovinos.

Fonte: Dados da pesquisa.

Para avaliar os impactos de choques nos preços do milho sobre os preços dos ovos (equação 4), a matriz de relações contemporâneas foi estruturada para que os choques ocorressem dos preços do milho sobre os preços da ração, dos preços da ração sobre os preços dos ovos (atacado); e, dos preços dos ovos no atacado sobre os preços dos ovos no varejo, IPCA ovos. As elasticidades acumuladas de impulso do modelo SVEC mostraram que um aumento de 10% nos preços do milho acumula impacto positivo de 6,97% sobre o preço da ração, 2,3% sobre o preço do ovo no atacado e 1,97% sobre o IPCA ovos, em 12 meses (Figura 5). Pela decomposição da variância do erro de previsão do preço dos ovos no varejo (Apêndice E), observa-se que, no terceiro período, 55% da variância do erro de previsão do IPCA ovos são decorrentes de choques do próprio preço dos ovos no varejo e 42% de choques nos preços dos ovos no atacado, com tendência de permanecer constante nos meses seguintes.

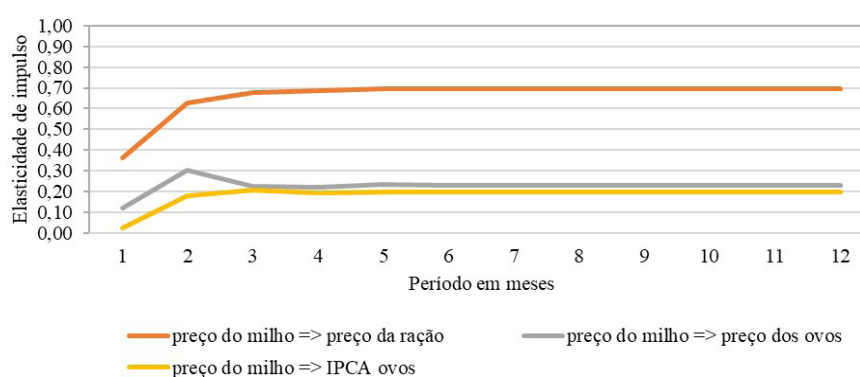


Figura 5. Resposta acumulada ao choque de um desvio-padrão nos preços do milho na cadeia produtiva de ovos.

Fonte: Dados da pesquisa.

Os impactos de choques nos preços do milho sobre os preços do leite foram avaliados seguindo a equação 5, e a matriz de relações contemporâneas foi estruturada considerando choques dos preços do milho sobre os preços da ração, dos preços da ração sobre os preços do leite ao produtor; dos preços do leite ao produtor sobre os preços do leite nos laticínios (atacado); e, dos preços nos laticínios sobre os preços do leite no varejo, IPCA leite e derivados. As elasticidades acumuladas de impulso do modelo SVAR mostraram que um aumento de 10% nos preços do milho acumula impacto positivo de 3,95% no preço da ração, 0,27% no preço do leite ao produtor, 0,11% no preço do leite nos laticínios e 0,31% sobre o IPCA leite e derivados, em 12 meses (Figura 6).

Pela decomposição da variância do erro previsão do preço do leite e derivados no varejo (Apêndice F), observa-se que, no quarto período, 26% da variância do erro de previsão do preço do leite e derivados são decorrentes de choques no próprio preço do leite no varejo, 63% de choques nos preços do leite nos laticínios (atacado) e 11% de choques nos preços do leite ao produtor, com tendência de permanecer constante nos meses seguintes.

A baixa intensidade do repasse de oscilações nos preços do milho sobre os preços do leite e derivados podem ser impactadas pela organização da cadeia produtiva, maior concentração no elo produtivo dos laticínios, maior dependência comercial e financeira dos produtores rurais, relações contratuais com a agroindústria, assimetrias de informação, entre outras razões que certamente merecem ser analisadas com mais profundidades. Nesse sentido, Pinha et al. (2020) concluem que há indícios de poder de barganha por parte da indústria varejista na cadeia de produtos lácteos na região metropolitana de São Paulo. Nesse contexto, o repasse dos custos de produção com ração podem ser amenizados.

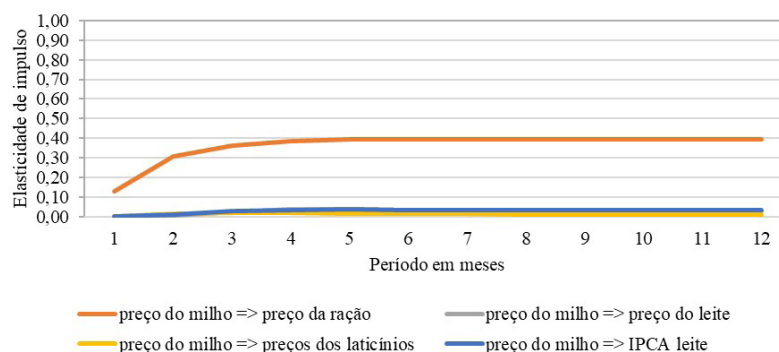


Figura 6. Resposta acumulada ao choque de um desvio-padrão nos preços do milho na cadeia produtiva do leite.

Fonte: Dados da pesquisa.

Por fim, os impactos de choques nos preços do milho sobre os preços do etanol no varejo são avaliados por meio do modelo SVEC com o conjunto de variáveis da equação 6. Vale considerar que a produção de etanol de milho no Brasil é uma atividade relativamente recente, com produção em larga escala a partir de 2017, concentrada na macrorregião Centro-Oeste (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 2023).

A produção de etanol de milho (anidro e hidratado), apresentou aumento expressivo nos últimos anos, passando de 791,4 mil litros na safra 2018/19, 2,4% da produção total (cana e milho), para 4,4 milhões de litros na safra 2022/23, o que representa 11,6% da produção nacional total, sendo que 73% da produção de etanol de milho está concentrada nos estados do Mato Grosso, 16% no Mato Grosso do Sul, e 10% em Goiás (Companhia Nacional de Abastecimento, 2023b).

Para avaliar as interrelações entre os preços do milho sobre os preços do etanol, estruturou-se a matriz de relações do tipo triangular inferior, em que os preços do milho impactam contemporaneamente os preços do etanol hidratado no atacado e os preços no varejo; e, os preços do etanol no atacado sobre os preços do etanol no varejo, IPCA etanol. Os choques nos preços do milho indicam impacto no mesmo sentido de 0,107% sobre o IPCA etanol, em 12 meses, ou seja o aumento de 10% nos preços do milho acumula impacto positivo de 1,07% sobre os preços do etanol no varejo (Figura 7). Pela decomposição da variância do erro de previsão das séries de preços do etanol no varejo (Apêndice G), a partir do terceiro período, 58% da variância do erro de previsão do IPCA etanol são decorrentes de choques no próprio IPCA etanol, 41% de choques nos preços do etanol no atacado e 0,4% nos preços do milho, com tendência de permanecer constante nos meses seguintes.

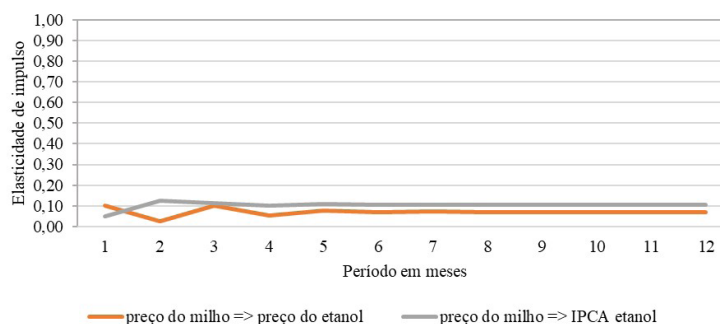


Figura 7. Resposta acumulada ao choque de um desvio-padrão nos preços do milho na cadeia produtiva do etanol de milho.

Fonte: Dados da pesquisa.

Em síntese, para os seis produtos disponíveis ao consumidor que foram foco de análises deste estudo, os resultados apontaram que os preços do milho em grão influenciam positivamente todos os produtos no varejo. A elasticidade acumulada em 12 meses de impulso ao choque não antecipado de 1% nos preços do milho, os impactos mais expressivos foram sobre os preços dos ovos 0,197%, carne de suínos, 0,145%, seguido por carne de frango, 0,137%, etanol, 0,107%, carne de bovinos, 0,086%, leite e derivados, 0,031%.

Dessa forma, os resultados obtidos demonstram que oscilações de preços do milho tendem a impactar a sociedade por meio de sua interligação com os demais elos ao longo do sistema agroindustrial. As intensidades do impacto das oscilações nos preços do milho nas diferentes cadeias consumidoras de proteína animal estão alinhadas aos impactos estimados do preço da soja estimado por Alves et al. (2022), na qual os autores apontam que a elasticidade acumulada em 12 meses de impulso ao choque não antecipado de 1% nos preços da soja sobre os preços da carne bovina, 0,08%, carne de frango, 0,119% e 0,167% carne de frango no mercado varejista obtido.

5. Conclusões

Este trabalho avaliou a direção e a intensidade de transmissão de choques nos preços do milho disponível ao produtor sobre os preços de produtos que utilizam o cereal como insumo, disponíveis ao consumidor final. Foram analisados os impactos de choques de preços do milho sobre os preços no mercado varejista da carne de frango, carne suína, carne bovina, ovos, leite e etanol.

O procedimento econométrico utilizado foi o de Autorregressão Vetorial com correção de erros, em sua versão estrutural (SVEC). A função de impulso resposta revelou que um choque positivo nos preços do milho em grão impacta positivamente sobre todos os produtos avaliados, com maior impacto sobre os preços dos ovos, seguido pela carne suína, carne de frango, etanol, carne de bovinos e leite.

Os resultados da decomposição da variância do erro de previsão dos modelos mostram a influência dos preços agropecuários sobre as oscilações dos índices de IPCA dos produtos avaliados. Desse modo, observa-se que oscilações nos preços nominais do milho provocam efeito positivo sobre os preços disponíveis ao consumidor final, varejo, com tendência de se estabilizar a partir do terceiro período.

Um aspecto importante, é que decomposição da variância do erro de previsão dos modelos apontam que em torno de 52% das variações no IPCA carne de Frango são explicadas por ele mesmo, a partir do quarto período; 76% das variações no IPCA carne suína são explicadas por ele mesmo; 49% das variações no IPCA carne Bovina são explicadas por ele mesmo; 55% das variações no IPCA ovos são explicadas por ele mesmo; 26% das variações no IPCA leite e derivados são explicadas por ele mesmo; por fim, 58% das variações no Etanol são explicadas por ele mesmo, todos a partir do terceiro período. Tal resultado pode ser atribuído à inércia inflacionária, indexação, que ainda persiste de forma significativa na economia brasileira, como apontam os trabalhos Modenesi & Ferrari Filho (2011) e Abdala & Moreira (2018).

Com relação as diferenças nas magnitudes dos impactos encontrados, diferentes aspectos podem estar relacionados. Podem ser citados a importância do milho nas estruturas de custos das diferentes cadeias produtivas, assim como a quantidade de elos em cada segmento (do agrícola ao varejo), mecanismos de precificação (setores com mais ou menos contratos, por exemplo), sendo este importante tema de novas pesquisas.

Referências bibliográficas

- Abdala, A., & Moreira, R. R. (2018). Identificando a persistência e os determinantes dos desvios inflacionários no Brasil. *Revista Economia Ensaios*, 33(1), 71-98. <http://dx.doi.org/10.14393/ree-v33n1a2018-37770>
- Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP. (2023). Recuperado em 26 de dezembro de 2023, de <https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/>
- Alves, L. R. A., Barros, G. S. C., Sanches, A. L. R., Ribeiro, R. G., & Osaki, M. (2018). Estrutura de mercado e formação de preços na cadeia produtiva de milho. In L. R. A. Alves & C. J. C. Bacha (Orgs.), *Panorama da agricultura brasileira: estrutura de mercado, comercialização, formação de preços, custos de produção e sistemas produtivos* (pp. 133-176). Campinas: Alínea.
- Alves, L. R. A., Sanches, A. L. R., & Barros, G. S. C. (2019). A nova configuração no mercado de milho no Brasil e a dinâmica de formação de preços. *Agroalimentaria*, 25(49), 65-105.
- Alves, L. R. A., Sanches, A. L. R., Adami, A. C. O., Barros, G. S. C., & Osaki, M. (2022). Estrutura da cadeia produtiva e transmissão de preços da soja entre o produtor e o mercado varejista no Brasil. *Desenvolvimento em Questão*, 20(58), e12723. <http://dx.doi.org/10.21527/2237-6453.2022.58.12723>
- Alves, L. R. A., Sanches, A. L. R., Osaki, M., Barros, G. S. C., & Adami, A. C. O. (2021). Cadeia agroindustrial e transmissão de preços do algodão ao consumidor brasileiro. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 59(3), 1-18. <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9479.2021.232806>
- Associação Brasileira das Indústrias do Milho – ABIMILHO. (2022). Recuperado em 26 de dezembro de 2023, de <http://www.abimilho.com.br/estatisticas>
- Associação Brasileira de Proteína Animal – ABPA. (2023). *Relatório anual 2022*. São Paulo: ABPA.
- Bacchi, M. R. P. (1994). *Previsão de preços de bovinos, suínos e frango com modelos de séries temporais* (Tese de doutorado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- Barros, G. S. A. C., Carrara, A. F., Castro, N. R., & Silva, A. F. (2022). Agriculture and inflation: expected and unexpected shocks. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 83, 178-188. <http://dx.doi.org/10.1016/j.qref.2021.12.002>
- Barros, G. S. C. (2017). *Economia da comercialização agrícola*. Piracicaba: Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada/Departamento de Economia, Administração e Sociologia/Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/Universidade de São Paulo.
- Barros, G. S. C., & Castro, N. (2021). Agronegócio: preços relativos e inflação. *Revista de Política Agrícola*, 30(1), 51-69.
- Carrara, A. F., & Barros, G. S. C. (2019). Choques de oferta e política monetária na economia brasileira: uma análise do impacto dos preços das commodities na inflação entre 2002 e 2014. *Nova Economia*, 29(3), 757-794. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6351/4070>
- Carrara, A. F., & Barros, G. S. C. (2020). A relevância do setor agropecuário para a dinâmica da inflação: uma análise para o cenário econômico atual. *Revista de Economia e Agronegócio*, 18(1), 1-25. <http://dx.doi.org/10.25070/rea.v18i1.7933>
- Carrara, A. F., & Barros, G. S. C. (2021). A importância da produção agrícola para as oscilações da inflação na alimentação no domicílio: uma análise dinâmica. *Revista de Economia e Agronegócio*, 19, 1-24.
- Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada – CEPEA. (2023). Recuperado em 26 de dezembro de 2023, de <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/indicador/milho.aspx>

- Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB. (2023a). Recuperado em 26 de dezembro de 2023, de <https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/oferta-e-demanda.html>
- Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB. (2023b). Recuperado em 26 de dezembro de 2023, de <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras>
- Elliott, G., Rothenberg, T. J., & Stock, J. H. (1996). Efficient tests for an autoregressive unit root. *Econometrica*, 64, 813-836. <http://dx.doi.org/10.2307/2171846>
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Suínos e Aves – EMBRAPA Suínos e Aves. (2023). Recuperado em 26 de dezembro de 2023, de <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias>
- Enders, W. (2014). *Applied econometric time series* (4. ed.). New Jersey: John Wiley Sons.
- Fundação Getúlio Vargas – FGV. Instituto Brasileiro de Economia – IBRE. (2023). Recuperado em 26 de dezembro de 2023, de <https://portalibre.fgv.br/fgv-dados>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2023). Recuperado em 26 de dezembro de 2023, de <https://sidra.ibge.gov.br/home/ipca/brasil>
- Johansen, S. (1988). Statistical analysis of cointegration vectors. *Journal of Economic Dynamics & Control*, 12, 231-254. [http://dx.doi.org/10.1016/0165-1889\(88\)90041-3](http://dx.doi.org/10.1016/0165-1889(88)90041-3)
- Khayat, G. F. (2020). *As relações assimétricas na integração agroindustrial e o desenvolvimento nos sistemas de produção integrada* (Dissertação de mestrado). Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.
- Mallick, S. K., & Sousa, R. M. (2013). Commodity prices, inflationary pressures, and monetary policy: evidence from BRICS economies. *Open Economies Review*, 24(4), 677-694. <http://dx.doi.org/10.1007/s11079-012-9261-5>
- Modenesi, A. D. M., & Ferrari Filho, F. (2011). Choque de oferta, indexação e política monetária: breves considerações sobre a aceleração inflacionária recente. *Revista Economia & Tecnologia*, 7(3), 1-10. <http://dx.doi.org/10.5380/ret.v7i3.26607>
- Moreira, R. R. (2014). Commodities prices volatility, expected inflation and GDP levels: an application for a net-exporting economy. *Procedia Economics and Finance*, 14(14), 435-444. [http://dx.doi.org/10.1016/s2212-5671\(14\)00732-1](http://dx.doi.org/10.1016/s2212-5671(14)00732-1)
- Osterwald-Lenum, M. (1992). A note with quantiles of the asymptotic distribution of the maximum likelihood cointegration rank test statistics. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 54(2), 461-472.
- Pinha, L. C., Guimarães, P. M., Braga, M. J., & Carvalho, G. R. (2020). Oligopsônio e poder de barganha no varejo alimentar brasileiro: o caso dos produtos lácteos. *Revista de Economia Contemporânea*, 24(3), 1-19. <http://dx.doi.org/10.1590/198055272434>
- Rodríguez, R. J., & Zumaquero, A. M. (2021). Commodity price pass-through along the pricing chain. *Review of World Economics*, 158(1), 109-125. <http://dx.doi.org/10.1007/s10290-021-00425-2>
- Sanches, A. L. R., Alves, L. R. A., & Barros, G. S. C. (2018). Oferta e demanda mensal de milho no Brasil: impactos da segunda safra. *Revista de Política Agrícola*, 27(4), 73-97. Recuperado em 26 de dezembro de 2023, de <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/1467/pdf>
- Sanches, A. L. R., Alves, L. R. A., Osaki, M., Barros, G. S. C., & Adami, A. C. O. (2019, outubro 15-18). Cadeia agroindustrial do milho no Brasil: estruturação do fluxo de transações entre a unidade agrícola e o varejo. In *IX Congresso da APDEA*. Lisboa: APDEA.
- Silva, H. J. T., Santos, P. F. A., Nogueira Junior, E. C., & Vian, C. E. F. (2020). Aspectos técnicos e econômicos da produção de etanol de milho no Brasil. *Revista de Política Agrícola*, 29(4), 142-159.

- Souza, D. K. F., Silveira, R. L. F., & Ballini, R. (2023). Efeito da expansão da safra de inverno de milho no Brasil sobre a sazonalidade dos preços spot. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 61(4), e262824. <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9479.2022.262824>
- Stockl, M., Moreira, R. R., & Giuberti, A. C. (2017). O impacto das commodities sobre a dinâmica da inflação no Brasil e o papel amortecedor do câmbio: evidências para o CRB Index e Índice de Commodities Brasil. *Nova Economia*, 27(1), 173-207. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6351/2945>
- Strazzi, S. (2015). Derivados do milho são usados em mais de 150 diferentes produtos industriais. *Visão Agrícola*, 13, 146-150. Recuperado em 26 de dezembro de 2023, de https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/VA_13_Industrializacao-artigo4.pdf
- United States Department of Agriculture – USDA. Foreign Agricultural Service – FAS. Foreign Agricultural Service – FAS. (2023). Recuperado em 26 de dezembro de 2023, de <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/advQuery>

Recebido: Maio 3, 2023.

Aceito: Dezembro 26, 2023.

JEL CLASSIFICATION: C32; E31; M31; O13; Q11.

Apêndice A. Resultado dos testes de raiz unitária ADF-GLS.

| Varável | Especificação do modelo | Em nível | Primeira diferença | Especificação do modelo | Em nível | Primeira diferença |
|---------------------|-------------------------|----------|--------------------|-------------------------|----------|--------------------|
| Milho | Modelo 1 | -0,314 | -5,151 | Modelo 2 | -2,551 | -6,369 |
| Ração | Modelo 1 | 2,447 | -3,847 | Modelo 2 | -1,187 | -4,933 |
| Aves | Modelo 1 | 0,542 | -2,371 | Modelo 2 | -1,906 | -3,340 |
| Ovos | Modelo 1 | 2,772 | -2,534 | Modelo 2 | -0,722 | -3,130 |
| Bovinos | Modelo 1 | 0,599 | -2,566 | Modelo 2 | -1,965 | -3,842 |
| Suínos | Modelo 1 | 1,060 | -2,490 | Modelo 2 | -1,895 | -3,788 |
| Carne de frango | Modelo 1 | 1,060 | -2,490 | Modelo 2 | -1,895 | -3,788 |
| Carne de suínos | Modelo 1 | 2,011 | -2,180 | Modelo 2 | -1,854 | -3,229 |
| Carne bovina | Modelo 1 | -0,232 | -2,086 | Modelo 2 | -2,507 | -4,328 |
| Leite | Modelo 1 | 3,086 | -3,585 | Modelo 2 | -0,471 | -3,676 |
| Laticínios | Modelo 1 | 3,765 | -3,052 | Modelo 2 | -0,158 | -3,069 |
| Etanol de milho | Modelo 1 | -1,640 | -1,083 | Modelo 2 | -2,441 | -4,184 |
| IPCA Frango | Modelo 1 | 2,453 | -3,517 | Modelo 2 | -1,139 | -3,270 |
| IPCA Ovos | Modelo 1 | 2,305 | -3,875 | Modelo 2 | -1,052 | -3,724 |
| IPCA Carnes | Modelo 1 | 0,907 | -3,111 | Modelo 2 | -2,003 | -3,032 |
| IPCA carne de porco | Modelo 1 | -1,418 | -4,186 | Modelo 2 | -2,464 | -4,209 |
| IPCA Leite | Modelo 1 | 3,104 | -2,623 | Modelo 2 | -0,731 | -3,012 |
| IPCA Etanol | Modelo 1 | 0,424 | -5,076 | Modelo 2 | -2,185 | -5,176 |

Fonte: Resultados da pesquisa. Nota: Na versão com constante (modelo 1), versão com constante e com tendência (modelo 2), e valores críticos obtidos em Elliott et al. (1996).

Apêndice B. Decomposição da variância do erro de previsão para o IPCA frango.

| Período | Milho | Ração | Aves | Carne aves | IPCA frango |
|---------|-------|-------|-------|------------|-------------|
| 1 | 0,02 | 0,31 | 6,60 | 13,81 | 79,26 |
| 2 | 2,69 | 0,78 | 22,17 | 19,36 | 54,99 |
| 3 | 4,84 | 0,76 | 23,65 | 18,51 | 52,24 |
| 4 | 5,20 | 0,76 | 23,54 | 18,42 | 52,09 |
| 5 | 5,20 | 0,76 | 23,55 | 18,42 | 52,07 |
| 6 | 5,20 | 0,76 | 23,56 | 18,42 | 52,06 |
| 7 | 5,20 | 0,76 | 23,56 | 18,42 | 52,06 |
| 8 | 5,20 | 0,76 | 23,56 | 18,42 | 52,06 |
| 9 | 5,20 | 0,76 | 23,56 | 18,42 | 52,06 |
| 10 | 5,20 | 0,76 | 23,56 | 18,42 | 52,06 |
| 11 | 5,20 | 0,76 | 23,56 | 18,42 | 52,06 |
| 12 | 5,20 | 0,76 | 23,56 | 18,42 | 52,06 |

Fonte: Dados da pesquisa.

Apêndice C. Decomposição da variância do erro de previsão para o IPCA carne de suínos.

| Período | Milho | Ração | Suíno | Carne suína | IPCA carne de suínos |
|---------|-------|-------|-------|-------------|----------------------|
| 1 | 0,00 | 0,02 | 7,74 | 8,89 | 83,34 |
| 2 | 0,29 | 0,40 | 9,36 | 10,98 | 78,97 |
| 3 | 0,62 | 0,59 | 10,11 | 11,42 | 77,26 |
| 4 | 0,81 | 0,67 | 10,39 | 11,54 | 76,59 |
| 5 | 0,90 | 0,70 | 10,50 | 11,59 | 76,32 |
| 6 | 0,94 | 0,71 | 10,54 | 11,60 | 76,22 |
| 7 | 0,95 | 0,71 | 10,55 | 11,61 | 76,18 |
| 8 | 0,96 | 0,71 | 10,56 | 11,61 | 76,16 |
| 9 | 0,96 | 0,71 | 10,56 | 11,61 | 76,16 |
| 10 | 0,96 | 0,71 | 10,56 | 11,61 | 76,16 |
| 11 | 0,96 | 0,71 | 10,56 | 11,61 | 76,15 |
| 12 | 0,96 | 0,71 | 10,56 | 11,61 | 76,15 |

Fonte: Dados da pesquisa.

Apêndice D. Decomposição da variância do erro de previsão para o IPCA carne.

| Período | Milho | Ração | Bovino | Carne bovina | IPCA carne |
|---------|-------|-------|--------|--------------|------------|
| 1 | 0,01 | 0,11 | 8,29 | 18,86 | 72,74 |
| 2 | 1,09 | 0,21 | 27,43 | 21,09 | 50,19 |
| 3 | 2,50 | 0,22 | 28,00 | 20,51 | 48,78 |
| 4 | 2,68 | 0,22 | 27,94 | 20,47 | 48,69 |
| 5 | 2,68 | 0,22 | 27,94 | 20,47 | 48,69 |
| 6 | 2,68 | 0,22 | 27,94 | 20,47 | 48,69 |
| 7 | 2,68 | 0,22 | 27,94 | 20,47 | 48,69 |
| 8 | 2,68 | 0,22 | 27,94 | 20,47 | 48,69 |
| 9 | 2,68 | 0,22 | 27,94 | 20,47 | 48,69 |
| 10 | 2,68 | 0,22 | 27,94 | 20,47 | 48,69 |
| 11 | 2,68 | 0,22 | 27,94 | 20,47 | 48,69 |
| 12 | 2,68 | 0,22 | 27,94 | 20,47 | 48,69 |

Fonte: Dados da pesquisa.

Apêndice E. Decomposição da variância do erro de previsão para o IPCA ovos.

| Período | Milho | Ração | Ovos | IPCA ovos |
|---------|-------|-------|-------|-----------|
| 1 | 0,11 | 0,00 | 29,83 | 70,06 |
| 2 | 3,69 | 0,06 | 40,01 | 56,24 |
| 3 | 3,70 | 0,09 | 41,17 | 55,05 |
| 4 | 3,73 | 0,09 | 41,13 | 55,05 |
| 5 | 3,72 | 0,09 | 41,16 | 55,03 |
| 6 | 3,73 | 0,09 | 41,16 | 55,03 |
| 7 | 3,73 | 0,09 | 41,16 | 55,03 |
| 8 | 3,73 | 0,09 | 41,16 | 55,03 |
| 9 | 3,73 | 0,09 | 41,16 | 55,03 |
| 10 | 3,73 | 0,09 | 41,16 | 55,03 |
| 11 | 3,73 | 0,09 | 41,16 | 55,03 |
| 12 | 3,73 | 0,09 | 41,16 | 55,03 |

Fonte: Dados da pesquisa.

Apêndice F. Decomposição da variância do erro de previsão para o IPCA leite.

| Perí-odo | Milho | Ração | Leite | Laticí-nio | IPCA leite |
|----------|-------|-------|-------|------------|------------|
| 1 | 0,00 | 0,02 | 9,90 | 36,43 | 53,65 |
| 2 | 0,15 | 0,01 | 10,08 | 58,86 | 30,91 |
| 3 | 0,35 | 0,25 | 10,47 | 62,35 | 26,58 |
| 4 | 0,37 | 0,38 | 10,71 | 62,67 | 25,88 |
| 5 | 0,37 | 0,42 | 10,79 | 62,62 | 25,81 |
| 6 | 0,37 | 0,43 | 10,80 | 62,59 | 25,81 |
| 7 | 0,37 | 0,43 | 10,81 | 62,58 | 25,81 |
| 8 | 0,38 | 0,43 | 10,81 | 62,58 | 25,81 |
| 9 | 0,38 | 0,43 | 10,81 | 62,58 | 25,81 |
| 10 | 0,38 | 0,43 | 10,81 | 62,58 | 25,81 |
| 11 | 0,38 | 0,43 | 10,81 | 62,58 | 25,81 |
| 12 | 0,38 | 0,43 | 10,81 | 62,58 | 25,81 |

Fonte: Dados da pesquisa.

Apêndice G. Decomposição da variância do erro de previsão para o IPCA Etanol.

| Período | Milho | Etanol de milho | IPCA Etanol |
|---------|-------|-----------------|-------------|
| 1 | 0,34 | 3,15 | 96,51 |
| 2 | 0,29 | 40,60 | 59,11 |
| 3 | 0,38 | 41,48 | 58,14 |
| 4 | 0,42 | 41,47 | 58,10 |
| 5 | 0,43 | 41,48 | 58,09 |
| 6 | 0,43 | 41,48 | 58,09 |
| 7 | 0,43 | 41,48 | 58,09 |
| 8 | 0,43 | 41,48 | 58,09 |
| 9 | 0,43 | 41,48 | 58,09 |
| 10 | 0,43 | 41,48 | 58,09 |
| 11 | 0,43 | 41,48 | 58,09 |
| 12 | 0,43 | 41,48 | 58,09 |

Fonte: Dados da pesquisa.