

LAURA DE ANDRADE JAYME

**TRANSMISSÃO DE PREÇOS B3-NYSE: UMA ANÁLISE
EMPÍRICA PARA COMMODITIES AGROPECUÁRIAS**

Goiânia - GO
2023

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
ESCOLA DE DIREITO, NEGÓCIOS E COMUNICAÇÃO
CURSO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS

LAURA DE ANDRADE JAYME
Matrícula: 2019.1.0021.0017-6

**TRANSMISSÃO DE PREÇOS B3-NYSE: UMA ANÁLISE
EMPÍRICA PARA COMMODITIES AGROPECUÁRIAS**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Ciências Econômicas da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Economia.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Leão

GOIÂNIA - GO

2023

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS

ESCOLA DE DIREITO, NEGÓCIOS E COMUNICAÇÃO
CURSO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS

LAURA DE ANDRADE JAYME

Matrícula: 2019.1.0021.0017-6

**TRANSMISSÃO DE PREÇOS B3-NYSE: UMA ANÁLISE
EMPÍRICA PARA COMMODITIES AGROPECUÁRIAS**

Monografia apresentada como pré-requisito para obtenção do título de Bacharela em Ciências Econômicas da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, submetida à aprovação da banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Orientador: Prof. Dr. Carlos Leão

Membro: Prof. Ms.

Membro: Prof. Ms.

Goiânia - Goiás

Data da Aprovação: __/__/2023

DEDICATÓRIA

Para todos que escolheram as ciências econômicas
pelo seu poder de transformação social.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, aos meus pais Carla e Tasso. Sou grata pela paciência durante este longo processo de formação, pelo apoio e amor incondicionais e por nunca terem desistido perante tantas mudanças e indecisões minhas;

Ao Rogerio, meu companheiro e parceiro de vida. Sem seu constante encorajamento e injeções de autoestima, eu não teria chegado até aqui. Obrigada por tanto amor e por sempre acreditar em mim;

Ao Prof. Ms. Gesmar José Vieira, coordenador do Departamento de Ciências Econômicas da PUC-GO, por toda atenção, disponibilidade, flexibilidade e puxões de orelha para que eu evitasse ainda mais delongas;

A meu orientador, Prof. Dr. Carlos Leão, por ter tornado a confecção desta monografia tão fácil e leve. Obrigada por todos os ensinamentos.

Aos meus amigos de infância, Lorena, Pablo e Joana, por me ajudarem a rir de mim mesma e contribuírem para suavizar os percalços da vida. Que alegria é poder contar com a amizade de vocês!

E a todos os que, de alguma forma, participaram desta minha caminhada. Vocês sabem quem são.

RESUMO

Esta monografia objetiva estimar a elasticidade e transmissão de preços das commodities boi gordo, soja e milho, considerando os preços internacionais e os praticados no Brasil. Também buscar verificar se há elasticidade de transmissão de preço da Bolsa de Valores Brasileira (B3) para a Bolsa de Nova Iorque (NYSE), especialmente separados, e/ou vice-versa. Para tal, foi aplicado o teste de causalidade de Granger. Os resultados indicaram a integração de ambos os mercados para os três produtos selecionados. Uma vez examinada a direção de causalidade, foram estimadas as elasticidades de transmissão de preços de ambos os mercados. A ferramenta proposta, além de servir para compreender a natureza das flutuações dos preços das commodities, pode ser usada para a formulação de estratégias de compra e venda pelos agentes das áreas agrícola e financeira.

Palavras-chave: commodities, elasticidade de transmissão de preço, causalidade, estacionariedade.

RÉSUMÉ

Cette monographie vise à estimer l'élasticité et la transmission des prix des matières premières du bétail, du soja et du maïs, compte tenu des prix internationaux et de ceux pratiqués au Brésil. Elle essaye également de vérifier s'il existe une élasticité de transmission des prix de la Bourse Brésilienne (B3) à la Bourse de New York (NYSE) séparée spatialement, et/ou vice-versa. Pour cela, le test de causalité de Granger a été appliqué. Les résultats ont indiqué la co-intégration des deux marchés pour les trois produits sélectionnés. L'outil proposé, en plus de servir à comprendre la nature des fluctuations des prix des matières premières, peut être utilisé pour formuler des stratégies d'achat et de vente par des agents dans les domaines agricoles et financiers.

Mots-clés: matières premières, élasticité de transmission des prix, causalité, stationnarité.

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 – Listagem de commodities na NYSE. | 21 |
| Tabela 2 – Conversão de medidas..... | 22 |
| Tabela 3 – Teste de causalidade Granger (Boi Gordo)..... | 30 |
| Tabela 4 – Variável dependente preço doméstico (Boi Gordo).. | 31 |
| Tabela 5 – Variável dependente preço externo (Boi Gordo)..... | 32 |
| Tabela 6 – Teste de causalidade Granger (Milho)..... | 33 |
| Tabela 7 – Variável dependente preço doméstico (Milho)..... | 34 |
| Tabela 8 – Variável dependente preço externo (Milho)..... | 35 |
| Tabela 9 – Teste de causalidade Granger (Soja).. | 36 |
| Tabela 10 – Variável dependente preço doméstico (Soja)..... | 36 |
| Tabela 11 – Variável dependente preço externo (Soja) | 37 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

B3 – BRASIL BOLSA BALCÃO

NYSE – NEW YORK STOCK EXCHANGE

PIB – PRODUTO INTERNO BRUTO

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO

IGP-DI – ÍNDICE GERAL DE PREÇOS – DISPONIBILIDADE INTERNA

ABIOVE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEO VEGETAIS

ICMS – IMPOSTO SOBRE CIRCULAÇÃO DE MERCADORIAS E SERVIÇOS

ABIEC – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE

CEPEA – CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA

ESALQ – ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA LUIZ DE QUEIROZ

EUA – ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO..... | 11 |
| 1.1 APRESENTAÇÃO DO TEMA..... | 12 |
| 1.2 O PAPEL DOS MERCADOS NOS FATORES DE PRODUÇÃO..... | 14 |
| 1.3 COMERCIALIZAÇÃO AGRÍCOLA | 15 |
| 1.4 VOLATILIDADE E HIPÓTESE DE MERCADO EFICIENTE..... | 16 |
| 1.5 FORMAÇÃO DE PREÇOS | 18 |
| 1.6 ELASTICIDADE DE TRANSMISSÃO PREÇOS..... | 19 |
| 1.7 OBJETIVO GERAL | 20 |
| 1.7.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 20 |
| 2 MATERIAL E MÉTODOS | 20 |
| 2.1 ESTACIONARIEDADE..... | 22 |
| 2.2 COINTEGRAÇÃO | 23 |
| 2.3 TESTE DE GRANGER..... | 23 |
| 2.4 METODOLOGIA | 25 |
| 3 ANÁLISE DOS RESULTADOS | 29 |
| 3.1 BOI GORDO | 30 |
| 3.2 MILHO | 33 |
| 3.3 SOJA | 35 |
| 4 CONCLUSÃO..... | 38 |
| REFERÊNCIAS | 39 |

1 INTRODUÇÃO

Em seu livro “Formação Econômica do Brasil”, Celso Furtado escreveu que “a exploração econômica das terras americanas deveria parecer, no século XVI, uma empresa completamente inviável. Por essa época nenhum produto agrícola era objeto de comércio em grande escala na Europa” (FURTADO, 1958, p. 18). Ainda assim, a história registrada do Brasil é pautada pela agropecuária. Desde a colonização europeia até cinco séculos após a chegada dos primeiros exploradores, a produção oriunda das terras foi o que construiu - e continua a construir - a economia do país. De forma similar, a maior potência do mundo contemporâneo, os Estados Unidos, também iniciou sua próspera história com as *plantations* do século XV. Dito isso, é impossível estudar o tema sem incluir ambos os países na análise.

Nas últimas quatro décadas, o Brasil saiu de país periférico para protagonista da produção e exportação da agropecuária global. O Superciclo das Commodities não foi o único fator, mas ajudou a elevar a nação a 7ª economia no mundo nos anos 2000, contribuindo com um maior desenvolvimento e queda na desigualdade econômica, caracterizando o surgimento da chamada nova classe média.

De acordo com Claro e Monteiro (2010) e estudos similares, há uma forte correlação entre mobilidade socioeconômica e aumento no consumo de calorias. Sendo assim, o consumo de carne e a produção de soja e milho ganham ainda mais importância para fomentar a nova demanda, uma vez que as duas últimas são matérias primas da primeira. Desta forma, os EUA, cujo PIB *per capita* é de US\$ 70 mil (Banco Mundial, 2022), não surpreendem por serem o maior consumidor de proteína bovina do planeta.

Em 2023, ano deste trabalho, todas as *commodities* estão listadas em bolsas de valores e a sua negociação passa pelos preços estabelecidos pelos movimentos do dia. A “Crise dos *Subprimes*”, em 2008, que provocou um efeito em cascata nos mercados financeiros globais, chamou a atenção para as consequências da transmissão de preços entre comércios espacialmente distantes.

Dados os fatos, urge a necessidade de analisar a relação e integração destes dois mercados, se existe transmissão de preços de um para o outro e, caso exista, o quão danosa pode ser a volatilidade de um pregão na definição dos preços dos alimentos nos supermercados de um país localizado a milhares de quilômetros do evento.

O sistema de preços é um mecanismo fundamental para a alocação de recursos em uma economia de mercado. Quando aumentam, os produtores são incentivados a produzir mais e os consumidores são incentivados a consumir menos, o que aumenta a oferta e diminui a demanda. O oposto ocorre quando caem. Além disso, os preços também ajudam a transmitir informações sobre a escassez relativa de diferentes recursos e bens, permitindo que os produtores e consumidores tomem decisões informadas sobre como alocar seus recursos limitados. Logo, ruídos de volatilidade e transmissão de outros mercados interferem neste equilíbrio.

Para verificar se há, de fato, transmissão de preços entre os mercados do Brasil e dos EUA, foram coletados dados das bolsas B3 e NYSE e, estes, submetidos ao tratamento do Teste de Granger via software GRETLL.

Esta monografia está estruturada em três capítulos: apresentação do tema, metodologia e análise dos resultados e uma conclusão.

No primeiro capítulo, é apresentada uma introdução do tema de pesquisa, contextualizando o tema investigado e enfatizando a justificativa do trabalho proposto. A seguir, são descritos a proposição geral do estudo, os objetivos que a pesquisa pretende alcançar e a estrutura segundo a qual a pesquisa está exposta;

O segundo capítulo descreve a metodologia utilizada, considerando as perguntas de pesquisa. A seguir, são descritas as etapas do método de pesquisa.

No terceiro e último são apresentados os resultados da modelagem econométrica via software GRETLL, bem como a interpretação dos dados obtidos.

Por fim, a conclusão traz as considerações finais do trabalho com suas limitações, bem como as contribuições e sugestões para futuras pesquisas.

1.1 APRESENTAÇÃO DO TEMA

A agricultura e a pecuária são setores fundamentais para a economia brasileira. Segundo o CEPEA, em 2022 ambos responderam por 24,8% do PIB nacional. A importância do estudo do agronegócio se revela nas palavras de Barriga (1995, p. 84), quando afirma que o setor é um dos maiores empregadores, contribuindo de forma dinâmica para os processos de desenvolvimento econômico e social ao oferecer novas oportunidades que se transformam em empresas geradoras de empregos e de riquezas.

Nesse contexto, as três *commodities* mais exportadas, soja, milho e boi gordo, possuem vital importância para o país.

A soja, sozinha, é responsável por cerca de 14% do valor total das exportações brasileiras, gerando uma receita média de US\$ 35,24 bilhões por ano. De acordo com dados da Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (Abiove), a produção brasileira de soja atingiu 135,5 milhões de toneladas em 2020/2021, o que representa um aumento de 8,5% em relação à safra anterior. O principal destino das exportações brasileiras da oleaginosa é a China, comprando 73% do total vendido. Em relação à geração de empregos, estima-se que a cadeia produtiva da soja seja responsável por cerca de 1,5 milhão de empregos diretos e indiretos no Brasil. Além disso, ela é uma importante fonte de arrecadação tributária para o país devido aos impostos em cascata, que se acumulam ao longo das cadeias produtivas agroindustriais. Devido ao alto potencial de exportação e à isenção de ICMS para tal atividade, a soja acaba se tornando uma importante fonte de divisas para o Brasil, contribuindo para o fortalecimento das reservas internacionais do país.

O milho é outra *commodity* agrícola de grande importância brasileira. Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento - (CONAB), a produção brasileira do grão atingiu 105,2 milhões de toneladas em 2020/2021, o que representa um aumento de 3,3% em relação à safra anterior. O milho é responsável por cerca de 7% do valor total das exportações brasileiras, gerando uma receita de US\$ 8,8 bilhões ao ano. Os principais destinos das exportações brasileiras de milho são a União Europeia, Japão e Irã. Estima-se que a cadeia produtiva do grão seja responsável por cerca de 2 milhões de empregos diretos

e indiretos no Brasil. Assim como a soja, também é uma importante fonte de arrecadação tributária e de reserva cambial para o país.

O boi gordo é outra *commodity* de destaque. Somente a pecuária bovina é responsável por cerca de 7% do PIB brasileiro e emprega diretamente cerca de 3,5 milhões de pessoas no país. De acordo com dados da Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne (Abiec), o Brasil é o maior exportador de carne bovina do mundo, com uma participação de cerca de 20% no mercado mundial. Em média, o país exporta cerca de US\$ 8,8 bilhões em carne bovina por ano.

O termo *commodity*, por definição, é uma mercadoria padronizada e de baixo valor agregado, produzida por diferentes produtores e comercializada em nível mundial, cuja oferta e demanda são praticamente inelásticas no curto prazo e cujos preços são definidos pelo mercado (WILLIAMSON, 1989; SANDRONI, 1994; MATIAS *et al*, 2005).

Devido ao comércio ser global, os produtores destas commodities estão expostos a três tipos de risco: clima, crédito e preço e que, para cada um destes riscos, apresentam-se ferramentas capazes de gerar eficiência para os respectivos agentes (SOUZA, 2013). Em relação ao risco de preços, a aplicação em instrumentos derivativos, por exemplo, foi impulsionada por esta necessidade de proteção (hedge) das variações de preços, proporcionando uma transferência deste risco para uma contraparte, e melhor gerenciamento da incerteza por meio dos mercados financeiros. (BM&FBOVESPA; CVM, 2015).

Em geral, o preço de uma *commodity* deve ser baseado em fundamentos microeconômicos (leis de oferta e demanda). Entretanto, os desdobramentos macroeconômicos existentes em cada país e no exterior, associados às incertezas e negociações no mercado, são fundamentos também considerados para a formação deste preço. Quanto maior o número de informações, os preços à vista (também denominados como preços spot) tendem a mudar mais rápido do que quando existe tranquilidade nos mercados, tornando-se mais voláteis, e esta volatilidade desempenha um papel importante no gerenciamento de risco e na dinâmica dos preços futuros (LIEBERG, 2014).

Dado o exposto, o principal objetivo desta monografia consiste em estimar a elasticidade e transmissão de preços nos mercados de soja, milho e boi gordo

na Bolsa Brasileira (B3), considerando os preços internacionais e os praticados na bolsa de mercadorias de Nova Iorque (NYSE) e buscar verificar se há elasticidade de transmissão de preços da segunda para a primeira, o que atestaria que ambos os mercados são integrados.

1.2 O PAPEL DOS MERCADOS NOS FATORES DE PRODUÇÃO

Os mercados desempenham um papel importante na economia como um meio de facilitar a troca de bens e serviços entre produtores e consumidores, pois são responsáveis pela alocação de recursos escassos entre várias necessidades competitivas. Eles ajudam a coordenar as atividades de produtores e consumidores, garantindo que os bens e serviços sejam produzidos e distribuídos de forma eficiente.

Em uma economia de mercado, o sistema de preços é um mecanismo fundamental para a alocação de recursos. Além de determinados pela interação entre a oferta e a demanda, os preços são influenciados por fatores como a disponibilidade de recursos, a tecnologia, preços de produtos alternativos ou complementares, preferências e renda dos consumidores. Quando os preços aumentam, os produtores são incentivados a produzir mais e os consumidores são incentivados a consumir menos, o que aumenta a oferta e diminui a demanda. Quando os preços caem, os produtores são incentivados a produzir menos e os consumidores são incentivados a consumir mais, o que diminui a oferta e aumenta a demanda. Além disso, os preços também ajudam a transmitir informações sobre a escassez relativa de diferentes recursos e bens, permitindo que os produtores e consumidores tomem decisões informadas sobre como alocar seus recursos limitados.

1.3 COMERCIALIZAÇÃO AGRÍCOLA

Devido a constantes choques de preço, os mercados agrícolas apresentam considerável variação de preços e um elevado grau de instabilidade, afetando

tanto os preços de oferta quanto os de demanda. Segundo Barros (1987), as altas oscilações de preços agrícolas evidenciam o funcionamento deficiente do complexo de produção-comercialização. Sabe-se bem que a instabilidade dos preços das commodities para o produtor é muito maior do que para o varejo, podendo assim dizer que o sistema de comercialização tem um efeito amortecedor sobre as variações de preço ao consumidor. O mercado de opções pode ser uma alternativa para amenizar a instabilidade de preços e a conseguinte variação de renda dos agentes econômicos envolvidos nas trocas de mercados.

De acordo com Borges (2020), o mercado futuro é um instrumento eficiente e moderno de comercialização agrícola utilizado em larga escala nas economias desenvolvidas, que podem vir a ajudar o produtor brasileiro contra as baixas dos preços. Por exemplo, o produtor pode comprar contratos futuros em dólar, se protegendo contra perdas que poderiam ser causadas por aumento na cotação da moeda. Da mesma forma, um pecuarista pode assumir uma posição vendedora no mercado futuro, garantindo o preço de venda e se protegendo contra queda no preço da arroba do boi gordo. Em outras palavras, hedge é a operação realizada no mercado derivativo que visa fixar antecipadamente o preço de uma mercadoria ou ativo financeiro de forma a neutralizar o impacto de mudanças no nível de preços.

Segundo Dias (2008), as informações sobre transmissão de preços podem se tornar um subsídio no processo de tomada de decisões pelos agentes de mercado, uma vez que garantem um conhecimento sobre o mercado no qual estão atuando. Nesse sentido, Aguiar, citado por Santana (1999), argumenta que o conhecimento da origem dos choques de preços e da intensidade com que se transmite aos demais mercados permite uma previsão mais segura dos efeitos dos choques sobre o setor agrícola e sobre os demais setores da economia.

1.4 VOLATILIDADE E HIPÓTESE DE MERCADO EFICIENTE

Volatilidade é o termo usado para medir a variação dos riscos assumidos pelas ações de acordo com seu histórico. As séries temporais financeiras, como

os preços das ações, taxas de juros e taxas de inflação, muitas vezes apresentam o fenômeno da aglomeração de volatilidade. Ou seja, períodos de turbulência nos quais os preços apresentam grandes oscilações e períodos de tranquilidade nos quais os preços ficam relativamente inalterados.

Gujarati, D. (2011), mostra que:

“Como as séries temporais financeiras refletem o resultado das negociações entre compradores e vendedores, por exemplo, no mercado de ações, várias fontes de notícias e outros eventos econômicos exógenos podem afetar o padrão de séries temporais dos preços dos ativos financeiros. Considerando que a notícia pode levar a várias interpretações e considerando também que eventos econômicos específicos como uma crise do petróleo podem durar um tempo, muitas vezes constatamos que as grandes observações negativas e as grandes observações positivas de uma série temporal financeira aparecem em aglomerados”. (GUJARATI, 2011, p. 309)

Embora a variação nos preços seja normal em um mercado competitivo e reflita mudanças na oferta e demanda, uma volatilidade excessiva pode ser problemática por várias razões:

1. Insegurança: A volatilidade pode tornar os preços incertos e imprevisíveis, o que pode levar a incerteza nos negócios e investimentos. Isso pode desencorajar as empresas de investir em novos projetos, já que não têm certeza de que serão capazes de recuperar seus custos.
2. Ineficiência: Quando os preços flutuam de forma errática e imprevisível, torna-se difícil para as empresas determinar quais são os preços reais dos bens e serviços e, portanto, quais são os melhores investimentos. Isso pode levar a uma alocação ineficiente dos recursos, já que as empresas podem investir em projetos que não são lucrativos ou deixar de investir em projetos que seriam rentáveis.
3. Desigualdade: A volatilidade dos preços pode afetar as pessoas de maneiras diferentes, com alguns consumidores e produtores beneficiando-se e outros sofrendo prejuízos. Isso pode levar a desigualdades sociais e econômicas.

4. Crises: A volatilidade excessiva nos preços pode desencadear crises financeiras, como a crise financeira global de 2008. Isso pode ter efeitos devastadores sobre a economia, incluindo o desemprego, a perda de negócios e a redução do investimento.

O conceito de clusters de volatilidade (aglomeração de volatilidade) também é evidenciado por FRANCES, P. (1998), como sendo um período de acontecimentos exógenos, como exemplo, notícias, crises políticas ou econômicas que podem levar os investidores a interpretações diversas, podendo essas serem positivas ou negativas. Quando isso ocorre, as séries temporais propendem a um cluster de volatilidade. Fazer a previsão correta da volatilidade concede captar ápices de grande incerteza no mercado. Quanto mais incerto estiver diante a crises e fatos exógenos, maior será a variância dos retornos esperados. Uma boa previsão das oscilações do preço do ativo leva a um gerenciamento correto dos riscos assumidos em uma carteira de investimento, auxiliando o investidor a tomar decisões de qual o melhor momento para entrar ou sair do investimento.

1.5 FORMAÇÃO DE PREÇOS

A cotação dos preços da soja, do milho e do boi gordo têm como principal referência a New York Stock Exchange (NYSE).

O mecanismo de formação e determinação de preços e produção opera sob a dependência de uma superestrutura institucional. Esta superestrutura é dada, principalmente, pelo grau de competitividade do mercado e pelo grau de intervenção governamental. Essa superestrutura condiciona um mecanismo de transmissão de preços do consumidor ao varejo, e vice-versa, através do setor de intermediação.

De acordo com Borges (2020), um dos fatores mais importantes na formação do preço destas três commodities são os níveis dos estoques mundiais. Quando estes estão baixos, ocorrerá também uma diminuição na oferta, levando à alta do preço. E acrescenta-se ainda as variações irregulares que são imprevisíveis,

são alterações na demanda passada resultantes de fatores excepcionais, como greves ou catástrofes climáticas, que não podem ser previstos.

Segundo Marques e Aguiar (1993), a produção agrícola também apresenta suas peculiaridades que influenciam a formação dos preços. A variação anual da produção decorrente de fatores climáticos não controláveis, associados aos efeitos sazonais da produção, caracterizada pela presença de safra e entressafra, afetam diretamente a quantidade ofertada e influenciam os preços, já que a agricultura apresenta dificuldades de ajustamento frente a mudanças nas condições do mercado.

Uns dos principais agentes causadores dessas oscilações de preço, no caso da oferta, são os efeitos de variações climáticas como geadas, longos períodos de estiagem, chuvas em excesso, pragas e doenças, dentre outros; já na demanda, tais oscilações são causadas por mudanças na política econômica do Estado, alterações nos níveis de renda dos consumidores e pela mudança dos hábitos de consumo etc.

Apesar do boi gordo ser uma *commodity* pecuária, seus preços dependem diretamente dos fatores acima expostos, uma vez que a alimentação dos animais é composta majoritariamente por soja e milho, commodities agrícolas sujeitas a todas as variações mencionadas.

1.6 ELASTICIDADE DE TRANSMISSÃO DE PREÇOS

A análise da dinâmica de preços entre dois mercados iguais, mas espacialmente, separados é chamada de “elasticidade de transmissão de preços”. Ela aponta como variações de preços de um produto em determinado mercado são transmitidas para os preços de outros mercados espacialmente separados - ou seja - de um mercado para outro.

Para Balcombe e Morrisson (2002), o conceito de transmissão de preços está alicerçado em três componentes principais: I) co-movimento de preços e ajustamento integral, o que implica em transmissão completa em algum ponto no tempo; II) dinâmica e velocidade de ajustamento; e, III) assimetria de resposta

(as variações de preços são transmitidas simetricamente ou assimetricamente entre mercados).

A identificação do mercado espacialmente separado que lidera a transmissão de preços é feita através do teste de causalidade que consiste em verificar se valores presentes e passados de uma variável são importantes na explicação do valor presente da outra (AGUIAR, 1993). Buscar verificar em qual dos mercados se origina a dinâmica de preços e para onde é transmitida, com isso, pode verificar qual mercado é afetado.

Essa transmissão de preços baseia-se nos conceitos relacionados com a formação competitiva dos preços, ou seja, tem como referência a Lei do Preço Único.

Definição de mercado geográfico relevante como internacional implica que oscilações na diferença de preços entre os dois mercados devem ser transitórias, ou seja, os preços praticados pelos produtores locais internamente não podem divergir permanentemente dos preços internacionais. Além disso, os preços internacionais devem ser os principais determinantes dos preços internos, ou seja, alterações nos primeiros devem servir como bom previsor para alterações nos últimos. (OLIVEIRA. 2003)

1.7 OBJETIVO GERAL

O principal objetivo desta monografia consiste em estimar o coeficiente de elasticidade de transmissão de preços nos mercados de soja, milho e boi gordo na Bolsa de Valores Brasileira (B3), considerando os preços internacionais e os praticados na Bolsa de Mercadorias de Nova Iorque (NYSE), e buscar verificar se há elasticidade de transmissão de preços da segunda para a primeira, o que atestaria que ambos os mercados são integrados.

1.7.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar o comportamento dos mercados de soja, milho e boi gordo;
- Verificar se há transmissão de preços entre mercados no período de 1997 a 2023 para o boi gordo, e de 2006 a 2023 para a soja e o milho;

- Verificar a direção da causalidade da transmissão de preços;
- Verificar se a relação, caso exista, é simétrica ou assimétrica;
- Estimar as elasticidades de transmissão de preços entre os mercados considerados.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Vários trabalhos têm se preocupado com a previsão de preços das *commodities*, desde seus pensamentos aos modelos. Visando alcançar o objetivo deste, foram analisados esses estudos segundo a concepção de diversos autores.

Para cada *commodity*, foram utilizadas duas séries de tempo: a primeira se refere aos preços negociados na NYSE, enquanto a segunda diz respeito às negociações na B3. A coleta de dados necessárias para avaliar os preços brasileiros foi realizada na base do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (CEPEA/ESALQ), da Universidade de São Paulo (USP).

Foram coletadas cotações diárias do preço médio (em R\$) da arroba de 15 kg para o boi gordo e da saca de 60 kg para o milho e para a soja. O período observado para a *commodity* pecuária compreende 28 de julho de 1997 a 12 de fevereiro de 2023, totalizando 6.589 observações. Já para as *commodities* agrícolas, o período é de 13 de março de 2006 a 17 de fevereiro de 2023, totalizando 4.430 observações para o milho e 3.910 para a soja.

Na Tabela 1, é possível ver a listagem dos três produtos na NYSE. Em seguida, na Tabela 2, estão expostas as conversões de medidas das unidades de preços de *bushels* (como são negociados o milho e a soja em Nova Iorque) para sacas (como são negociados no Brasil). Como no mercado externo não existe um correspondente para a arroba do Boi Gordo, não há tabela de conversão para sua medida. Uma libra corresponde a 0,453592 quilogramas.

TABELA 1 – Listagem de commodities na NYSE

| Commodities | Código | Bolsa | Contrato | Meses | Ponto Base |
|--------------------------------|---------|-------|---------------------|----------|------------|
| Trigo Londres | T | LIFFE | 100 toneladas | FHKNX | 1 = £100 |
| Arroz em Casca | ZR (RR) | | 2.000 cwt (quintal) | FHKNUX | 1 = \$20 |
| Milho | ZC (C) | | 5.000 bushels | HKNUZ | 1 = \$50 |
| Óleo de Soja | ZL (BO) | | 60.000 lb | FHKNQUVZ | 1 = \$600 |
| Soja | ZS (S) | | 5.000 bushels | FHKNQUX | 1 = \$50 |
| Trigo | ZW (W) | | 5.000 bushels | HKNUZ | 1 = \$50 |
| Commodities | Código | Bolsa | Contrato | Meses | Ponto Base |
| Novilho | FC (GF) | | 50.000 lb | FHJKQUVX | 1 = \$500 |
| Porco Magro | HE (LH) | | 40.000 lb | GJKMNQVZ | 1 = \$400 |
| Boi Gordo | LE (LC) | | 40.000 lb | GJMQVZ | 1 = \$400 |

TABELA 2 – Conversão de Medidas

| Soja e Trigo | | |
|-------------------|-------------------|--------------|
| 1 bushel de soja | 60 libras | 27,21 kg |
| 1 saca de soja | 60 kg | 2,20 bushels |
| 1 bushel/acre | 67,25 kg/ha | |
| 1.00 dólar/bushel | 2,2046 dólar/saca | |

Inicialmente, são considerados dois mercados, o brasileiro e o estadunidense, separados espacialmente e entre os quais não ocorre transferência de produtos. Os preços dos mercados serão determinados pelas respectivas curvas de oferta e demanda. Se o mercado brasileiro for maior do que mercado dos Estados Unidos, e desconsiderando os custos de transferência, espera-se que venha ocorrer a transmissão de preço do mercado de menor preço para o de maior preço até que ocorra a igualdade de preços. É o mecanismo conhecido como arbitragem em comércio regional.

2.1 ESTACIONARIEDADE

Antes de adentrarmos a metodologia utilizada, faz-se necessário entender o que é estacionariedade de uma série temporal.

De acordo com Gujarati (2011), o termo se refere à propriedade de que as estatísticas resumidas da série permanecem constantes ao longo do tempo. Isso significa que a média, a variância e a autocovariância (ou correlação) da série são constantes em todo o período de observação.

De forma mais precisa, uma série temporal é considerada estacionária se sua função de distribuição de probabilidade não muda ao longo do tempo e se a autocovariância entre dois pontos separados por um intervalo de tempo fixo depende apenas do tamanho desse intervalo e não da posição na série.

A estacionariedade é uma suposição importante em muitos modelos de séries temporais, pois permite que sejam aplicados métodos estatísticos e matemáticos que pressupõem a constância das estatísticas resumidas da série ao longo do tempo. Se uma série não for estacionária, é necessário aplicar técnicas de pré-processamento para torná-la estacionária antes de modelá-la ou analisá-la.

Segundo o mesmo autor, uma série é estacionária se sua média e sua variância são invariantes ao longo do tempo e o valor da covariância entre dois períodos depende somente do grau de defasagens entre as observações, e não do período efetivo de tempo em que a covariância é calculada. A presença de tendência estocástica ou raiz unitária em séries temporais, caracterizando a não-estacionariedade, faz com que as previsões se tornem mais imprecisas conforme o distanciamento do último ponto da amostra aumente.

Além disso, séries com tendência estocástica levam ao problema da regressão espúria. Durante muito tempo utilizou-se procedimentos de diferenciação para evitar o esse tipo de problema. Porém, segundo Engle e Granger (1987), estes procedimentos removem toda a lógica de equilíbrio da teoria econômica, razão pela qual foi introduzido o conceito de cointegração nessa teoria.

2.2 COINTEGRAÇÃO

A base do raciocínio da cointegração é que mesmo que as séries sejam não-estacionárias, pode existir uma relação de equilíbrio a longo prazo entre elas, de modo que se diz que essas séries cointegram. Para que seja possível utilizar o conceito de cointegração, deve-se garantir que as séries analisadas possuam a mesma ordem de integração, que representa o número de vezes que é necessário diferenciar a série para que ela se torne estacionária. Quando é necessário diferenciar d vezes uma série para que ela se torne estacionária, essa série é dita integrada de ordem d , sendo denotada como $I(d)$.

2.3 TESTE DE GRANGER

Ainda de acordo com Gujarati (2011), o teste de causalidade de Granger é uma maneira de verificarmos se uma série temporal (X) ajuda a prever a outra série (Y), ou vice-versa.

Para explicar o teste de Granger, consideraremos uma a pergunta: é a variação nos preços externos ($X \rightarrow I$) que “causa” a variação dos preços internos ou o contrário ($I \rightarrow X$), em que a seta indica a direção da causalidade. O teste de causalidade de Granger pressupõe que a informação relevante para a previsão das respectivas variáveis, X e I , está contida unicamente nos dados da série temporal dessas variáveis, ou seja, em séries temporais, eventos passados podem causar eventos presentes. Mas eventos presentes não podem causar eventos passados. O teste envolve a estimação do seguinte par de regressões:

$$X_t = \sum_{i=1}^n \alpha_i I_{t-i} + \sum_{j=1}^n \beta_j X_{t-j} + u_{1t} \quad (1)$$

$$I_t = \sum_{i=1}^n \lambda_i I_{t-i} + \sum_{j=1}^n \delta_j X_{t-j} + u_{2t} \quad (2)$$

Onde se pressupõe eu os distúrbios u_{1t} e u_{2t} não estão correlacionados.

A equação 1 postula que os preços externos X estão relacionados aos seus próprios valores passados, bem como aos preços internos I , e 2 postula um comportamento semelhante para I .

Segundo Gujarati (2011),

“uma causalidade unidirecional de I para X é indicada se os coeficientes estimados do I defasado em (i) são, como um grupo, estatisticamente diferentes de zero, (isto é, $\sum \alpha_i \neq 0$) e o conjunto dos coeficientes estimados de X defasados em (ii) não são estatisticamente diferentes de zero (isto é, $\sum \delta_j = 0$).” (GUJARATI, 2011, p. 560)

Ainda de acordo com o autor, “no sentido inverso, existe uma causalidade unidirecional de X para I se o conjunto de coeficientes defasados de I em (i) não é diferente, do ponto de vista estatístico, de zero (isto é, $\sum \alpha_i = 0$) e o conjunto de coeficientes defasados de X em (ii) é estatisticamente diferente de zero (isto é, $\sum \delta_j \neq 0$).”

Uma causalidade bilateral é sugerida quando os conjuntos coeficientes de I e X são estatisticamente diferentes de zero nas duas regressões. Finalmente, há dependência quando os conjuntos de coeficientes de I e X não são estatisticamente significativos em nenhuma das regressões.

De modo mais geral, se X causa Y , então os valores passados de X_{t-j} contribuem para determinar Y_t , independente da contribuição dos valores passados de Y_{t-j} .

2.4 METODOLOGIA

Os estudos empíricos sobre a transmissão de preços agrícolas têm procurado, basicamente, analisar os efeitos de mudanças nas variáveis exógenas sobre os preços nos diferentes níveis de mercado. O teste de exogeneidade econométrica, de SIMS (1972), baseia-se no conceito de causalidade temporal, desenvolvido por GRANGER (1969), para testar a hipótese de direção causal entre duas variáveis. Tal teste se fundamenta nas seguintes pressuposições: (a) as variáveis analisadas resultam de processos

estocásticos; (b) as séries são estacionárias; e (c) o futuro não causa o passado. Esta última pressuposição tem suscitado alguma controvérsia, já que o tempo desempenha importante papel na definição de causa e efeito (BISHOP, 1979).

SIMS (1972) desenvolveu um teste empírico para análise da direção causal entre variáveis econômicas, o qual consiste em estimar equações como $Y = f(X)$ e $X = g(Y)$. SIMS estima quatro equações, duas restritas e duas completas, em que as completas envolvem os valores presentes, passados e futuros das variáveis exógenas, enquanto as restritas excluem as variáveis futuras.

As possíveis relações de causalidade entre as duas variáveis são as seguintes:

- Causalidade Unidirecional: X causa Y, ou Y causa X.
- Causalidade Bidirecional: X e Y são mutuamente relacionados quanto à direção de causalidade; X causa Y, e Y causa X.
- Ausência de causalidade: X não causa Y, e Y não causa X.

Um cuidado que deve ser tomado para realizar este teste diz respeito à definição do número de defasagens futuras e passadas que devem ser utilizadas. O modelo básico de SIMS (1972) é constituído por oito variáveis passadas, uma presente e quatro futuras. O número de valores futuros e defasados devem ser suficientes para possibilitar a identificação do sentido de causalidade pelo teste, não devendo ser muito elevado por possibilitar a ocorrência de multicolinearidade. Geralmente, para produtos agrícolas utilizam-se doze variáveis futuras, doze passadas e uma corrente, conforme feito por AGUIAR e BARROS (1989) e AGUIAR (1990), reconhecendo o carácter anual da produção agrícola. As equações que compõem o modelo para testar a direção de causalidade, entre os níveis X e Y da cadeia de comercialização de um produto agrícola qualquer, podem ser especificadas como apresentado a seguir:

$$Px = a_0 + a_1T + a_2D + a_3Py_t + \sum_{i=1}^{12} a_{4i}P y_{t+i} + \sum_{k=1}^{12} a_{5k}P y_{t-k} + e_{1t} \quad (3)$$

$$Py = b_0 + b_1T + b_2D + b_3Px_t + \sum_{i=1}^{12} b_{4i}P x_{t+i} + \sum_{k=1}^{12} b_{5k}P x_{t-k} + e_{2t} \quad (4)$$

Equações restritas:

$$Px = c_0 + c_1T + c_2D + c_3Py + \sum_{k=1}^{12} c_{4k}P y_{t-k} + e_{3t} \quad (5)$$

$$Py = d_0 + d_1T + d_2D + d_3Px + \sum_{k=1}^{12} d_{4k}P x_{t-k} + e_{4t} \quad (6)$$

em que Px é o logaritmo natural do preço da *commodity*, no nível X; Py é o logaritmo natural do preço da *commodity*, no nível Y; T é variável tendência; D é a variável binária para controle dos efeitos de sazonalidade; $a_0, a_1, a_2, a_3, a_4, a_{5k}$ são os parâmetros a serem estimados na equação (1); $b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_{5k}$ são os parâmetros a serem estimados na equação (2); $c_0, c_1, c_2, c_3, c_4, c_{5k}$ são os parâmetros a serem estimados na equação (3); $d_0, d_1, d_2, d_3, d_4, d_{5k}$ são os parâmetros a serem estimados na equação (4); e $e_{1t}, e_{2t}, e_{3t}, e_{4t}$, são os erros aleatórios.

O teste de SIMS (1972) requer, previamente, a realização de uma filtragem das séries de variáveis, quando for detectada a autocorrelação entre os resíduos, fornecendo, assim, estimadores isentos de viés na variância.

Para essa filtragem, utiliza-se o filtro obtido pela técnica de Cochrane-Orcutt, e a verificação de sua eficácia se dá pelo teste de Durbin-Watson. Utiliza-se, ainda, em caso específico, o teste Q, desenvolvido por LJUNG e BOX (1978).

O teste Durbin-Watson é utilizado para verificar se existe autocorrelação de primeira ordem nos resíduos, enquanto o teste Q de Ljung-Box é mais geral, permitindo que seja avaliada a existências de autocorrelação nos resíduos considerando também defasagens de ordem superior a um.

Após estimada a regressão, testam-se as seguintes hipóteses:

$$a_{41} = a_{42} = \dots = a_{412} = 0 \quad (7)$$

(Hipótese 1 - os coeficientes das variáveis futuras do modelo $X = f(Y)$ são nulos), e

$$b_{41} = b_{42} = \dots = b_{412} = 0 \quad (8)$$

(Hipótese 2 - os coeficientes das variáveis futuras do modelo $Y = f(X)$ são nulos).

O teste é feito com base na estatística F, calculada segundo a fórmula:

$$F = [(SQR_r - SQR_u / (q - p)) / [SQR_u / (n - q)]], \quad (9)$$

em que SQR_r , é a soma dos quadrados dos resíduos da regressão restrita; SQR_u é a soma dos quadrados dos resíduos da regressão completa; q é o número de parâmetros estimados na regressão completa; p é o número de parâmetros estimados na regressão restrita; e n é o número total de observações. Se as duas hipóteses forem rejeitadas, a relação será bicausal. Se as duas hipóteses não forem rejeitadas, haverá ausência de causalidade. Se a primeira for rejeitada e a segunda não, a causalidade será do preço da *commodity* no nível Y, para o preço da *commodity* no nível X, e, caso ocorra o contrário, a segunda for rejeitada e a primeira não, a causalidade será do preço da *commodity* no nível X, para o preço da *commodity* no nível Y.

Após determinar o sentido da causalidade, estimaram-se as equações de transmissões de preços. Caso o sentido verificado fosse do preço do nível X para o preço do nível Y, a equação básica seria:

$$Py = a_0 + a_1T + a_2D + a_3Py + \sum_{k=1}^{12} a_{4k}P x_{t-k} + e_{1t} \quad (10)$$

Partindo desta equação, testa-se o número de defasagens significativas para se definir a equação de transmissão de preços. Este procedimento consiste em avaliar a significância do teste F, a um nível de significância de 5%, à medida em que se excluem as defasagens (1 a 12), (2 a 12), ..., (11 a 12), sucessivamente (AGUIAR, 1990). Posteriormente, eliminam-se as defasagens não significativas, utilizando, para isso, o teste t.

Após a definição da forma final, os valores de "a" (com exceção do a_0) serão as elasticidades mensais de transmissão de preços.

O modelo utiliza variáveis binárias com o intuito de controlar a sazonalidade (variação estacional), variação essa que ocorre numa série temporal nos mesmos meses do ano, mais ou menos com a mesma intensidade,

e tem aplicação na explicação de movimentos de preços de produtos agrícolas, cujas safra e a entressafra correspondem a períodos determinados do ano. Para períodos de safra - que ocorrem entre outubro e agosto para a soja e entre outubro e julho para o milho - o valor assumido por essa variável foi um, e, para os demais meses do ano, foi zero.

Aqui, é importante frisar que, apesar do boi gordo não ser uma *commodity* agrícola, seus preços dependem diretamente dos fatores acima expostos, uma vez que a alimentação dos animais é composta majoritariamente por soja e milho, produtos que estão sujeitos a todas as variações mencionadas.

Para analisar a relação de preços entre os diferentes níveis de mercado das três *commodities* foram usadas as séries de preços diários recebidos em cada nível.

Todos os dados foram deflacionados pelo Índice Geral de Preços - Disponibilidade Interna (IGP-DI), da Fundação Getúlio Vargas (FGV), tendo como base o mês de abril de 2023. As filtrações e os demais procedimentos econométricos foram realizados por meio do software GRETSL.

3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Segundo os modelos clássicos autorregressivos, todas as séries temporais são compostas de quatro padrões:

1. tendência (T), que é o comportamento de longo prazo da série, que pode ser causada pelo crescimento demográfico, ou mudança gradual de hábitos de consumo, ou qualquer outro aspecto que afete a variável de interesse no longo prazo;
2. variações cíclicas ou ciclos (C), flutuações nos valores da variável com duração superior a um ano, e que se repetem com certa periodicidade, que podem ser resultado de variações da economia como períodos de crescimento ou recessão, ou fenômenos

climáticos como o El Niño (que se repete com periodicidade superior a um ano);

3. variações sazonais ou sazonalidade (S), flutuações nos valores da variável com duração inferior a um ano, e que se repetem todos os anos, geralmente em função das estações do ano (ou em função de feriados ou festas populares, ou por exigências legais, como o período para entrega da declaração de Imposto de Renda). Se os dados forem registrados anualmente NÃO haverá influência da sazonalidade na série;
4. variações irregulares (I), que são as flutuações inexplicáveis, resultado de fatos fortuitos e inesperados como catástrofes naturais, atentados terroristas, decisões intempestivas de governos, etc.

Os resultados da análise de causalidade estão apresentados nas tabelas a seguir. A autocorrelação foi verificada em todas as regressões estimadas.

3.1 MERCADO DO BOI GORDO

TABELA 3 – Teste de causalidade Granger (Boi Gordo)

Testes de causalidade Granger BOI GORDO
Amostra: 28/07/1997 a 17/02/2023

| Hipótese nula: | Obs | Estatística F | Probabilidade |
|---------------------------------------|------|---------------|---------------|
| LOG(FECX) não causa Granger LOG(DOI | 6589 | 9,54714 | 7.E-05 |
| LOG(DOLD) não causa Granger LOG(FECX) | | 6,1561 | 0,0021 |

Fonte: Elaboração própria.

Nota: FECX se refere ao logaritmo do preço de fechamento do mercado externo, enquanto DOLD é o logaritmo do preço do boi gordo doméstico em dólar.

Os resultados da estatística F diferentes de zero sugerem que há uma causalidade bilateral. Isso mostra que tanto os preços externos influenciam os preços internos como os internos influenciam os preços externos. A existência

dessa bicausalidade deve-se, possivelmente, à grande importância brasileira no mercado internacional de boi gordo, sendo o segundo maior produtor do mundo, ficando atrás apenas nos Estados Unidos (FAO-UN: Food and Agriculture Organization, 2022).

Com o intuito de estimar as elasticidades de transmissão de preços, após ter verificado o sentido de causalidade, aplicou-se o teste de exclusão de variáveis para determinação do número de defasagens significativas das equações de transmissão de preços. Os resultados desta análise, para a variável dependente LOG(DOLD) = preço doméstico em dólar, se encontram a seguir, na tabela 4.

TABELA 4 – Variável dependente preço doméstico (Boi Gordo)

Variável Dependente LOG(DOLD) = preço doméstico em dólar

Método dos Mínimos Quadrados

Amostra: 28/07/1997 a 17/02/2023

Observações incluídas: 6591

| Variável | Coefficiente | Erro Estatístico | Estatística-t | Probabilidade |
|--------------------------|--------------|--------------------------------|---------------|---------------|
| C | -0,250568 | 0,088446 | -2,833007 | 0,0046 |
| LOG(FECX) | 0,756729 | 0,021071 | 35,91345 | 0 |
| Dummy safra/entressafra | -0,005792 | 0,005677 | -1,020228 | 0,0307 |
| Tendência | 9,67E-05 | 2,91E-06 | 33,19834 | 0 |
| R-quadrado | 0,720708 | variável dependente média | | 3,536379 |
| R-quadrado Ajustado | 0,720581 | var. dependente do erro padrão | | 0,434972 |
| Erro Padrão da Regressão | 0,229926 | critério Akaike | | -0,101508 |
| Soma Quadrados Residuais | 348,2293 | critério Schwarz | | -0,097385 |
| Propabilidade Log | 338,5204 | critério Hannan-Quinn | | -0,100083 |
| Estatística-F | 5665,888 | critério Durbin-Watson | | 0,017096 |
| Prob(EstatísticaF) | 0 | | | |

Fonte: Elaboração própria.

Nota: FECX se refere ao logaritmo do preço de fechamento do mercado externo, enquanto DOLD é o logaritmo do preço do boi gordo doméstico em dólar.

Definido o número de defasagens significativas, estimaram-se as equações de transmissão de preços, empregando os logaritmos naturais, de modo que os coeficientes das variáveis constituem as próprias elasticidades de transmissão.

Estipulou-se que quando a variável *dummy* for igual a 1 ($DI = 1$), o período analisado é o da safra – que vai de fevereiro a junho. Quando $DI = 0$,

significa que o período não é de safra. Tal diferenciação se faz necessária uma vez que, durante a safra, com as chuvas, a boa pastagem leva os produtores a reter o rebanho para engorda, esperando o melhor momento para efetuar a venda.

Pode-se observar que a elasticidade de transmissão de preços recebidos pelo mercado externo para os preços da Bolsa Brasileira (B3), é de 0,756. Dessa forma, 75% da variação de preços no mercado externo é transferida instantaneamente para o mercado brasileiro.

O coeficiente da variável tendência é positivo, mas o coeficiente da variável *dummy* possui sinal negativo, indicando que há tendência de aumento do preço ao longo do tempo e mostrando que, no período de entressafra, há uma queda no preço pago pelo consumidor.

O contrário também foi analisado, com a variável dependente LOG(FECX) que é o preço de fechamento do mercado externo, na tabela 5.

TABELA 5 – Variável dependente preço externo (Boi Gordo)

Variável Dependente LOG(FECX) = preço de fechamento externo
Método dos Mínimos Quadrados
Amostra: 28/07/1997 a 17/02/2023
Observações incluídas: 6591

| Variável | Coefficiente | Erro Estatístico | Estatística-t | Probabilidade |
|--------------------------|--------------|--------------------------------|---------------|---------------|
| C | 3,55544 | 0,017902 | 198,6041 | 0 |
| LOG(DOLD) | 0,216384 | 0,006025 | 35,91345 | 0 |
| Dummy safra/entressafra | 0,01617 | 0,00303 | 5,337593 | 0 |
| Tendência | 7,84E-05 | 1,38E-06 | 56,92423 | 0 |
| R-quadrado | 0,781795 | variável dependente média | | 4,587215 |
| R-quadrado Ajustado | 0,781696 | var. dependente do erro padrão | | 0,263148 |
| Erro Padrão da Regressão | 0,122951 | critério Akaike | | -1,353457 |
| Soma Quadrados Residuais | 99,57513 | critério Schwarz | | -1,349334 |
| Propabilidade Log | 4464,318 | critério Hannan-Quinn | | -1,352032 |
| Estatística-F | 7866,742 | critério Durbin-Watson | | 0,013725 |
| Prob(EstatísticaF) | 0 | | | |

Fonte: Elaboração própria.

Nota: FECX se refere ao logaritmo do preço de fechamento do mercado externo, enquanto DOLD é o logaritmo do preço do boi gordo doméstico em dólar.

Pode-se observar que a elasticidade de transmissão de preços recebidos pela B3 para os da Bolsa de Nova Iorque NYSE é de 0,216. Dessa forma, 21%

da variação de preços no mercado brasileiro é transferida instantaneamente para o mercado externo.

Os valores do coeficiente de determinação (R^2) obtidos mostram-se elevados em todas as regressões (acima de 70%), provando que mais de 70% das variações nos preços do boi gordo – tanto no Brasil, quando nos EUA – são explicadas pelas alterações nos preços dos outros mercados.

Concomitantemente, os valores das estatísticas t mostram que todos os coeficientes são estatisticamente diferentes de zero a pelo menos 1% de significância.

3.2 MERCADO DO MILHO

Assim como no caso do boi gordo, os resultados da estatística F diferentes de zero apontam que também há uma causalidade bilateral, ou seja, tanto os preços externos influenciam os preços internos como os internos influenciam os preços externos. A existência dessa bicausalidade resulta do protagonismo brasileiro no mercado internacional de milho, podendo, até mesmo, ser considerado como formador e não tomador de preços.

TABELA 6 – Teste de causalidade Granger (Milho)

Testes de causalidade Granger MILHO
Amostra: 13/03/2006 a 17/02/2023

| Hipótese nula: | Obs | Estatística F | Probabilidade |
|--|------------|----------------------|----------------------|
| LOG(FECNY) não causa Granger LOG(D) | 4430 | 3,53913 | 0,0291 |
| LOG(DOLD) não causa Granger LOG(FECNY) | | 11,0687 | 2.E-05 |

Fonte: Elaboração própria.

Nota: FECNY se refere ao logaritmo do preço de fechamento da Bolsa de Nova Iorque, enquanto DOLD é o logaritmo do preço do milho doméstico em dólar.

Novamente, almejando estimar as elasticidades de transmissão de preços, após ter verificado o sentido de causalidade, aplicou-se o teste de exclusão de variáveis para determinação do número de defasagens significativas

das equações de transmissão de preços. Os resultados desta análise, para a variável dependente LOG(DOLD) = preço doméstico em dólar, se encontram na tabela 7.

TABELA 7 – Variável dependente preço doméstico (Milho)

Variável Dependente LOG(DOLD) = preço doméstico em dólar

Método dos Mínimos Quadrados

Amostra: 13/03/2006 a 17/02/2023

Observações incluídas: 4432

| Variável | Coefficiente | Erro Estatístico | Estatística-t | Probabilidade |
|--------------------------|---------------------|--------------------------------|----------------------|----------------------|
| C | -2,20631 | 0,045533 | -48,45542 | 0 |
| LOG(FECNY) | 0,768117 | 0,007526 | 102,0633 | 0 |
| Dummy safra/entressafra | 0,012661 | 0,004369 | 2,89794 | 0,0038 |
| Tendência | 5,34E-06 | 1,73E-06 | 3,083787 | 0,0021 |
| R-quadrado | 0,710617 | variável dependente média | | 2,493732 |
| R-quadrado Ajustado | 0,710421 | var. dependente do erro padrão | | 0,269883 |
| Erro Padrão da Regressão | 0,145231 | critério Akaike | | -1,020082 |
| Soma Quadrados Residuais | 93,39541 | critério Schwarz | | -1,014309 |
| Propabilidade Log | 2264,501 | critério Hannan-Quinn | | -1,018046 |
| Estatística-F | 3624,503 | critério Durbin-Watson | | 0,013864 |
| Prob(EstatísticaF) | 0 | | | |

Fonte: Elaboração própria.

Nota: FECNY se refere ao logaritmo do preço de fechamento da Bolsa de Nova Iorque, enquanto DOLD é o logaritmo do preço do milho doméstico em dólar.

Definido o número de defasagens significativas, estimaram-se as equações de transmissão de preços, empregando os logaritmos naturais, de modo que os coeficientes das variáveis constituem as próprias elasticidades de transmissão.

Pode-se observar que a elasticidade de transmissão de preços recebidos pelo mercado externo para os preços da B3, é de 0,768. Dessa forma, 76% da variação de preços no mercado externo é transferida instantaneamente para o mercado brasileiro.

Tanto o coeficiente da variável tendência quanto o coeficiente da variável Dummy possuem sinais positivos, indicando que há tendência de aumento do preço ao longo do tempo e mostrando que, no período de entressafra, há uma

elevação no preço pago pelo consumidor. Isso é explicado pela escassez do grão fora dos períodos de produção.

O contrário também foi analisado, com a variável dependente LOG(FECX) = preço de fechamento do mercado externo, na tabela 8.

TABELA 8 – Variável dependente preço externo (Milho)

Variável Dependente LOG(FECNY) = preço de fechamento Bolsa NYSE

Método dos Mínimos Quadrados

Amostra: 13/03/2006 a 17/02/2023

Observações incluídas: 4432

| Variável | Coefficiente | Erro Estatístico | Estatística-t | Probabilidade |
|--------------------------|---------------------|--------------------------------|----------------------|----------------------|
| C | 3,810134 | 0,022243 | 171,2929 | 0 |
| LOG(DOLD) | 0,913553 | 0,008951 | 102,0633 | 0 |
| Dummy safra/entressafra | -0,018015 | 0,004761 | -3,783603 | 0,0002 |
| Tendência | 7,20E-06 | 1,89E-06 | 3,81073 | 0,0001 |
| R-quadrado | 0,711214 | variável dependente média | | 60,95333 |
| R-quadrado Ajustado | 0,711018 | var. dependente do erro padrão | | 0,29463 |
| Erro Padrão da Regressão | 0,158384 | critério Akaike | | -0,846683 |
| Soma Quadrados Residuais | 111,0789 | critério Schwarz | | -0,84091 |
| Propabilidade Log | 1880,25 | critério Hannan-Quinn | | -0,844647 |
| Estatística-F | 3635,052 | critério Durbin-Watson | | 0,015402 |
| Prob(EstatísticaF) | 0 | | | |

Fonte: Elaboração própria.

Nota: FECNY se refere ao logaritmo do preço de fechamento da Bolsa de Nova Iorque, enquanto DOLD é o logaritmo do preço do milho doméstico em dólar.

Pode-se observar que a elasticidade de transmissão de preços recebidos pela Bolsa Brasileira (B3) para os da Bolsa de Nova Iorque (NYSE) é de 0,913. Dessa forma, 91% da variação de preços no mercado brasileiro é transferida instantaneamente para o mercado externo.

Assim como no caso do boi gordo, os valores do coeficiente de determinação (R^2) obtidos mostram-se elevados em todas as regressões (acima de 70%), provando que mais de 70% das variações nos preços do milho – tanto no Brasil, quando nos EUA – são explicadas pelas alterações nos preços dos outros mercados.

3.3 MERCADO DA SOJA

Mais uma vez, os resultados apontam que também há uma causalidade bilateral, ou seja, tanto os preços externos influenciam os preços internos como os internos influenciam os preços externos. Contudo, no caso da oleaginosa, observa-se um desequilíbrio na bicausalidade, uma vez que o valor da estatística F é muito maior na direção $X \rightarrow I$ (variação nos preços externos “causa” variação nos preços internos) do que o contrário. Tal disparidade se encontra na tabela 9.

TABELA 9 – Teste de causalidade Granger (Soja)

Testes de causalidade Granger SOJA

Amostra: 13/03/2006 a 17/02/2023

| Hipótese nula: | Obs | Estatística F | Probabilidade |
|--|------------|----------------------|----------------------|
| LOG(FECNY) não causa Granger LOG(D | 3910 | 129,083 | 5,00E-55 |
| LOG(DOLD) não causa Granger LOG(FECNY) | | 2,66489 | 0,0697 |

Fonte: Elaboração própria.

Nota: FECNY se refere ao logaritmo do preço de fechamento da Bolsa de Nova Iorque, enquanto DOLD é o logaritmo do preço do milho doméstico em dólar.

Finalmente, buscando estimar as elasticidades de transmissão de preços, após ter verificado o sentido de causalidade, aplicou-se o teste de exclusão de variáveis para determinação do número de defasagens significativas das equações de transmissão de preços. Os resultados desta análise, para a variável dependente LOG(DOLD) = preço doméstico em dólar, se encontram na tabela 10.

TABELA 10 – Variável dependente preço doméstico (Soja)

Variável Dependente LOG(DOLD) = preço doméstico em dólar
 Método dos Mínimos Quadrados
 Amostra: 13/03/2006 a 17/02/2023
 Observações incluídas: 4248

| Variável | Coefficiente | Erro Estatístico | Estatística-t | Probabilidade |
|--------------------------|--------------|--------------------------------|---------------|---------------|
| C | -3,408206 | 0,027192 | -125,3394 | 0 |
| LOG(FECNY) | 0,944972 | 0,003962 | 238,5369 | 0 |
| Dummy safra/entressafra | -0,026988 | 0,001891 | -14,26884 | 0 |
| Tendência | 1,95E-05 | 7,43E-07 | 26,22668 | 0 |
| R-quadrado | 0,939807 | variável dependente média | | 3,218874 |
| R-quadrado Ajustado | 0,939764 | var. dependente do erro padrão | | 0,250472 |
| Erro Padrão da Regressão | 0,061473 | critério Akaike | | -2,739484 |
| Soma Quadrados Residuais | 16,03797 | critério Schwarz | | -2,733501 |
| Propabilidade Log | 5822,665 | critério Hannan-Quinn | | -2,73737 |
| Estatística-F | 22087,4 | critério Durbin-Watson | | 0,328167 |
| Prob(EstatísticaF) | 0 | | | |

Fonte: Elaboração própria.

Nota: FECNY se refere ao logaritmo do preço de fechamento da Bolsa de Nova Iorque, enquanto DOLD é o logaritmo do preço do milho doméstico em dólar.

Definido o número de defasagens significativas, estimaram-se as equações de transmissão de preços, empregando os logaritmos naturais, de modo que os coeficientes das variáveis constituem as próprias elasticidades de transmissão.

Observa-se que a elasticidade de transmissão de preços recebidos pelo mercado externo para os preços da Bolsa Brasileira (B3), é de 0,944. Dessa forma, 94% da variação de preços no mercado externo é transferida instantaneamente para o mercado brasileiro.

Tanto o coeficiente da variável tendência quanto o coeficiente da variável dummy possuem sinais negativos, indicando que há tendência de queda do preço ao longo do tempo e mostrando que, no período de entressafra, há uma queda no preço pago pelo consumidor. A pressão pode vir da necessidade de liberar estoques para a chegada da nova safra.

O contrário também foi analisado, com a variável dependente LOG(FECX) = preço de fechamento do mercado externo, na tabela 11.

TABELA 11 -- Variável dependente preço externo (Soja)

Variável Dependente LOG(FECNY) = preço de fechamento Bolsa NYSE
 Método dos Mínimos Quadrados
 Amostra: 13/03/2006 a 17/02/2023
 Observações incluídas: 4248

| Variável | Coefficiente | Erro Estatístico | Estatística-t | Probabilidade |
|--------------------------|--------------|--------------------------------|---------------|---------------|
| C | 3,831353 | 0,012807 | 299,158 | 0 |
| LOG(DOLD) | 0,98478 | 0,004128 | 238,5369 | 0 |
| Dummy safra/entressafra | 0,028815 | 0,001926 | 14,95723 | 0 |
| Tendência | -1,56E-05 | 7,82E-07 | -19,89099 | 0 |
| R-quadrado | 0,936324 | variável dependente média | | 6,979709 |
| R-quadrado Ajustado | 0,936279 | var. dependente do erro padrão | | 0,248603 |
| Erro Padrão da Regressão | 0,062755 | critério Akaike | | -2,698222 |
| Soma Quadrados Residuais | 16,71358 | critério Schwarz | | -2,692239 |
| Propabilidade Log | 5735,023 | critério Hannan-Quinn | | -2,696107 |
| Estatística-F | 20802,13 | critério Durbin-Watson | | 0,310402 |
| Prob(EstatísticaF) | 0 | | | |

Fonte: Elaboração própria.

Nota: FECNY se refere ao logaritmo do preço de fechamento da Bolsa de Nova Iorque, enquanto DOLD é o logaritmo do preço do milho doméstico em dólar.

Pode-se observar que a elasticidade de transmissão de preços recebidos pela Bolsa Brasileira (B3) para os da Bolsa de Nova Iorque (NYSE) é de 0,913. Dessa forma, 98% da variação de preços no mercado brasileiro é transferida instantaneamente para o mercado externo.

No caso da soja, percebe-se uma sensibilidade maior dos valores do coeficiente de determinação (R^2). Em todas as regressões, estes são bastante elevados (acima de 90%), provando que mais de 90% das variações nos preços da oleaginosa – tanto no Brasil, quando nos EUA – são explicadas pelas alterações nos preços dos outros mercados.

CONCLUSÃO

Observa-se, pelos resultados obtidos, um alto grau de integração entre os mercados brasileiro e estadunidense. Os Testes de Granger estimaram as elasticidades de transmissão dos três produtos, que ficaram acima de 20%, comprovando a bilateralidade das causalidades analisadas.

No caso do Boi Gordo e da soja, foi confirmada não só a hipótese de transmissão de preços entre os mercados, como também verificada a influência de ambos entre si. Já no caso do milho, chamou a atenção o fato de que a elasticidade de transferência é muito maior vinda do Brasil, tornando-o formador de preços no mercado global do grão.

Fatores como os momentos de safra e entressafra foram levados em conta, uma vez que estes influenciam diretamente na oferta dos produtos, resultando na alteração dos preços.

Os valores retornados também exaltam a sensibilidade dos preços brasileiros a choques externos, destacando a susceptibilidade a movimentos de choques de volatilidade. Isso se deve aos elevados coeficientes de determinação (R^2), mostrando que mais de 70% das variações nos preços de boi gordo, milho e soja são explicadas pelas alterações nos preços dos outros mercados.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, D.R.D. & BARROS, G.S.A.C. **Transmissão de preços de laranja entre mercado externo e interno**. Revista de Economia e Sociologia Rural, V 27(1): 61-70, jan/mar. 1989.

BALCOMBE, B. K.; MORRISON, J. **Commodity price transmission: a critical review of techniques and an application to selected tropical export commodities**. Rome, IT: FAO, 2002.

BARRIGA, C. **Tecnologia e competitividade em agronegócios**. In: Revista de Administração. São Paulo, v.30, n.4, p. 83-90, out-dez, 1995.

FRANSES, Philip. **Time Series Models for Business and Economic Forecasting**. 1° ed. Cambridge University Press, 1998.

FURTADO, Celso. **Formação econômica do Brasil**. 22 ed. São Paulo: Editora Nacional, 1987.

GRANGER, W. J. **Investigating Causal Relations By Econometric Models and Cross-Spectral Methods**. *Econometrica*, 1969.

GUJARATI, Damodar; PORTER, Dawn C. **Econometria Básica**. 5° ed. Porto Alegre: AMGH Editora Ltda, 2011. 924p.

LIEBERG, V. **A influência do estoque mundial de açúcar sobre o preço internacional dessa commodity**. 2014. 87p. Dissertação (Mestrado em Economia e Gestão do Agronegócio) – Escola de Economia de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas **Comercialização de Produtos Agrícolas**. São Paulo, 2014.

MARQUES, Pedro V.; AGUIAR, Danilo R. O. de.. São Paulo: editora da USP. 1993

MATIAS, M. A. *et al.* Análise de padrões de comportamento de preços com fins de projeção de receita: testes estatísticos em uma série temporal de preços da commodity cobre. **Brazilian Business Review**. Vitória, v. 2, n.2, p. 113-130, jul/dez, 2205.

OLIVEIRA, G.; GUEDES FILHO, E. M.; VALLADARES, F. E. C. Técnicas econométricas para a delimitação de mercados relevantes geográficos: uma aplicação para a petroquímica. In MATOS, C. (org.), **A revolução do antitruste no Brasil: a teoria econômica aplicada a casos concretos**. São Paulo: Editora Singular, 2003.

SANDRONI, L. F. **Novo dicionário de Economia**. São Paulo: Abril, 1994

SANTANA, J.A. de. **Assimetria na transmissão de preços de diversos produtos agrícolas no Estado de São Paulo**. Viçosa: UFV, 1999. (Dissertação - Mestrado em Economia Rural) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa

SIMS, C. A. **The Role of Approximate Prior Restrictions in Distributed Lag Estimation**. J. Amer. Statist. Ass., 1972, 169 p.

SOUZA, W. A. da R. de. **Avaliação de estratégias de gerenciamento de risco de preços de café do Brasil com o uso de mercados futuros**. 2013. 143p. Tese (Livre-Docência) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo. 2013.

WILLIAMSON, J. **Economia aberta e a economia mundial**. Rio de Janeiro: Campus, 1989.