

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO E DESENVOLVIMENTO

**O EFEITO DA TAXA DE CÂMBIO NO PREÇO DOMÉSTICO
DO AÇÚCAR E DO ETANOL NO BRASIL NO PERÍODO DE
2010 A 2022**

LEANDRO DE SOUSA FLORIANO

RECIFE, SETEMBRO/2023

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO E DESENVOLVIMENTO

**O EFEITO DA TAXA DE CÂMBIO NO PREÇO DOMÉSTICO
DO AÇÚCAR E DO ETANOL NO BRASIL NO PERÍODO DE
2010 A 2022**

LEANDRO DE SOUSA FLORIANO

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Administração e Desenvolvimento como exigência parcial à obtenção do título de Mestre em Administração.

Orientador: Prof. Dr. André de Souza Melo

RECIFE, SETEMBRO/2023

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO E DESENVOLVIMENTO

PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA DE DEFESA DE
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO ACADÊMICO DE

LEANDRO DE SOUSA FLORIANO

***O EFEITO DA TAXA DE CÂMBIO NO PREÇO DOMÉSTICO DO AÇÚCAR E DO
ETANOL NO BRASIL NO PERÍODO DE 2010 A 2022***

A comissão examinadora, composta pelos professores abaixo, sob a presidência do primeiro, considera o candidato **LEANDRO DE SOUSA FLORIANO**.

Orientador:

Prof(a). André de Souza Melo, DSc
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Banca Examinadora:

Prof(a). Leonardo Ferraz Xavier, DSc
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof(a). Igor Ézio Maciel Silva, DSc
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a meus pais.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

F635e Floriano, Leandro
O EFEITO DA TAXA DE CÂMBIO NO PREÇO DOMÉSTICO DO AÇÚCAR E DO ETANOL NO BRASIL
NO PERÍODO DE 2010 A 2022 / Leandro Floriano. - 2023.
55 f. : il.

Orientador: Andre de Souza Melo.
Inclui referências e anexo(s).

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em
Administração e Desenvolvimento Rural, Recife, 2023.

1. Taxa de câmbio. 2. Preço do Açúcar. 3. Preço do Etanol. 4. Vetores Autorregressivos. I. Melo, Andre
de Souza, orient. II. Título

CDD 338.1

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me proporcionar esse grande momento na minha vida de estar realizando esse sonho que vai me trazer muitas felicidades no decorrer da minha vida.

A meu pai Francisco Tadeu Floriano que foi o pioneiro nesses anos de estudo, onde fez de tudo um pouco para que esse sonho se tornasse realidade e deseje tudo isso a ele, meu grande herói.

A minha rainha Rosângela Maria de Sousa Floriano que esteve comigo em todos os momentos nesta minha caminhada, o amor e a segurança que ela me passou e passa foram e são essenciais para que eu possa continuar realizando meus sonhos. Agradeço também a minha avó Laura que está cuidando de mim na presença de Deus.

A meu orientador André de Souza Melo, que foi muito eficiente nas orientações e fez um ótimo papel como orientador, com apontamentos construtivos que foram fundamentais para realização desse trabalho tão importante na minha vida acadêmica.

Agradeço aos meus melhores amigos que estiveram comigo em todos os momentos nessa jornada e que me ajudaram diretamente na construção desse momento.

Agradeço também a todas as pessoas, do trabalho, do programa de mestrado que me ajudaram indiretamente neste processo.

“Em tempo de guerra se vive no presente. O ontem já se foi e o amanhã talvez não venha”.

William Faulkner

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo principal analisar o efeito de choques da taxa de câmbio no preço doméstico do açúcar e do etanol entre o período de 2010 a 2022. O etanol e o açúcar são duas das principais commodities brasileiras, no qual contribui fortemente para a economia do país, sendo a última considerada uma grande representante no mercado internacional. A metodologia utilizada foi realizada através do modelo econométrico de Vetores Autorregressivos (VAR), com o objetivo de identificar o comportamento do preço do açúcar e do etanol quando ocorre um choque na taxa de câmbio. Além disso, foi possível analisar por meio do VAR, a função impulso-resposta e a decomposição da variância do erro de previsão. Os resultados mostraram o comportamento das variáveis estudadas e seus impactos diante das variações cambiais, no curto e no longo prazo, evidenciando que o etanol foi a variável mais impactada frente às oscilações cambiais e o açúcar teve um impacto no curto prazo tanto no mercado doméstico, quanto no mercado internacional, mesmo diante dos impactos mundiais, como a COVID-19, que teve início em 2020.

Palavras-chave: Taxa de câmbio; Preço do Açúcar; Preço do Etanol; Vetores Autorregressivos.

ABSTRACT

The main objective of this study was to analyze the effect of the exchange rate shock on the domestic price of sugar and ethanol between the period from 2010 to 2022. Ethanol and Sugar are two of the main Brazilian commodities, which contribute strongly to the economy of the country, the latter is considered a great representative in the international market, therefore, it becomes relevant to study this theme, due to the importance of the exchange rate in the sugar and alcohol sector. The methodology used was carried out through the econometric model of Autoregressive Vectors (VAR) with the objective of identifying the behavior of the price of sugar and ethanol when there is a shock in the exchange rate. In addition, it was possible to analyze the impulse-response function and the decomposition of the forecast error variance. The results showed the behavior of the variables studied and their impacts on exchange rate variations, in the short and long term, showing that ethanol was the most impacted variable in the face of exchange rate fluctuations and sugar remained well represented both in the domestic market and in the international market. international, even in the face of global impacts, such as COVID-19 that started in 2020.

Keywords: Exchange rate; Sugar Price; Ethanol Price; Autoregressive vectors

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1 Justificativa.....	18
1.2 Objetivos do Trabalho	20
1.2.1 Objetivo geral.....	20
1.2.2 Objetivos específicos.....	20
2. REVISÃO DA LITERATURA	21
3. METODOLOGIA	29
3.1 Procedimento metodológico	30
3.2 Fonte de dados e variáveis utilizadas.....	32
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1 Teste de estacionariedade das séries	33
4.2 Relação entre Preço do Açúcar, Preço do Etanol e Taxa de Câmbio	34
4.3 Identificação do modelo VAR e funções impulso-resposta.....	36
4.4 Decomposição histórica da variância	40
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
ANEXOS	50

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Evolução dos preços do etanol, açúcar e da taxa de câmbio	35
Figura 2. Análise do Impulso Resposta Açúcar x Câmbio	38
Figura 3. Análise do Impulso Resposta Etanol x Câmbio	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultados dos testes de Raiz Unitária	34
Tabela 2 – Decomposição Histórica da Variância do erro de previsão do Açúcar	40
Tabela 3 – Decomposição Histórica da Variância do erro de previsão do Etanol	42

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 3.1 - Modelo Teórico	31
Equação 3.2 - Modelo Autorregressivo	32

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADF	Dickey-Fuller Aumentado
AIC	Critério de Informação Akaike
BACEN	Banco Central
BIC	Critério de Informação Schwanz
DV	Decomposição da Variância
FIR	Função Impulso Resposta
HQ	Hannan Quinn
IPEADATA	Instituto de Pesquisa Aplicada
KPSS	<i>Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin</i>
PIB	Produto Interno Bruno
VAR	Vetor Autorregressivo

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Trabalhos correlatos	22
Quadro 2 – Variáveis estimadas no modelo	33

1. INTRODUÇÃO

A produção de cana-de-açúcar é uma das principais atividades agrícolas da economia brasileira, cuja exploração foi iniciada ainda no período colonial e, na atualidade, tendo o Brasil como maior representante na comercialização mundial de açúcar (ROCHA, PANDOLFI, 2019). O açúcar e o álcool são produtos importantes para a economia no mundo: o primeiro é primordial para o consumo humano e o segundo é usado para fabricação de bebidas alcoólicas, além de servir como fonte energética (ROCHA; PANDOLFI, 2019).

Foi com o surgimento do Programa Nacional do Álcool (Proálcool) em 1975, que a área cultivada com cana-de-açúcar aumentou significativamente, assim como a área colhida em hectare (43%) e a quantidade produzida (59%) entre o período de 2006 a 2017 (VEDANA, 2020). A expansão das terras agrícolas permitiu o deslocamento da canavicultura para o centro do país, e a distribuição geográfica da produção canavieira foi alterada por meio da compra e da entrega de terras por usineiros e fornecedores, a ideia era que a distância entre a área colhida e a usina mostrasse uma relação vantajosa do custo-benefício, em termos logísticos (VEDANA, 2020).

No começo dos anos de 1980, para fortalecer o Proálcool, o governo fixou o preço máximo do etanol, sendo de até 59% do preço da gasolina, assim, possibilitou reduzir a demanda de carros movidos a etanol, quando comparado aos que utilizavam a gasolina. Dessa forma, houve uma elevação nas vendas de carros movidos a etanol combustível e, conseqüentemente, aumento no consumo do etanol (ARAUJO; SOBRINHO, 2020).

O setor sucroalcooleiro tem um papel de alta relevância para a economia brasileira. A produção do setor alcançou 2% do PIB do Brasil, movimentando aproximadamente US\$100 bilhões de dólares em 2018, além de gerar cerca de 2,4 milhões de empregos diretos e indiretos (MAPA, 2019). Destaca-se que o setor é conhecido também pela flexibilidade de produzir açúcar e etanol em uma mesma área, o que possibilita o produtor a efetuar sua escolha, melhorando seus resultados (MAPA, 2019).

Na safra 2020/21, a produção mundial de açúcar foi de 179,9 milhões de toneladas. Para o Brasil, a produção correspondeu a 22% do total produzido no

mundo. Além disso, o Brasil exportou cerca de 30,7 milhões de toneladas de açúcar, quantidade 10% maior que o exportado no ano anterior. Do total exportado, 65% foram comercializados para China, Argélia, Bangladesh, Índia, Indonésia, Nigéria, Marrocos, Malásia, Arábia Saudita e Iraque. Para o mercado de etanol, em 2020, o país realizou a exportação de 2,69 bilhões de litros de etanol, destinados principalmente para Estados Unidos, Coreia do Sul, Holanda, Japão e Nigéria. Além disso, a quantidade comercializada em 2020 foi menor, devido ao impacto da pandemia da COVID-19 (MAPA, 2020).

A expectativa para o período de 2023/2024 é de 4,0 milhões de toneladas de açúcar. Esses números são decorrentes da expectativa de clima favorável, no qual a ampliação da área resultará em mais cana-de-açúcar disponível para moagem. Com esse cenário, o açúcar em alta e os preços acessíveis, os agricultores começaram a usar suas terras para o cultivo de cana-de-açúcar. Para as duas commodities, açúcar e etanol, é esperado que o mix de produção potencialize o açúcar, quando comparado com o ano anterior, passando de 45% de açúcar para 48% e de 55% de etanol para 52%. Ainda, espera-se que o consumo fique estável, enquanto os estoques e o recorde das exportações devem elevar com o aumento da oferta (USDA, 2023).

Nos últimos anos, as exportações do agronegócio brasileiro aumentaram significativamente. Com uma parte expressiva da produção agrícola nacional encaminhada ao mercado externo, além disso, há um processo de importação das condições comerciais internacionais. Nesse sentido, a determinação dos preços é baseada na interação das condições comerciais nacionais e internacionais, e não apenas no mercado doméstico (BINI et al., 2015).

Concomitante a isso, a dinâmica dos preços das commodities no mercado internacional é crucial para os países em que grande parte da renda doméstica está ligada a esse tipo de exportação. Desde a Crise Financeira Global de 2008, os preços de energia, agrícolas e minerais têm apresentado grande volatilidade no mercado externo, impulsionados por fatores financeiros, especulação em torno de derivativos, demanda global e dólar enfraquecido. Desde 2017, os preços das commodities, especialmente do petróleo, voltaram a subir após períodos de queda acentuada. Tal recuperação está ligada a melhores expectativas de demanda global e geopolítica, entre outras razões, e tem sido objeto de debate entre vários analistas (O'NEILL, 2017).

Com o aumento da entrada de capitais e divisas em uma economia exportadora de commodities, como a brasileira, espera-se que um aumento nos preços das commodities no mercado internacional resulte em uma pressão de valorização cambial. Sendo assim, se um aumento no preço dos bens eleva a inflação, o mesmo aumento provoca uma valorização pressurizada da moeda local, que amortece o aumento dos níveis de preços (STOCKL et al., 2017).

Segundo o mesmo autor, a compreensão da dinâmica dos preços das commodities nos mercados fora do Brasil tem ganhado grande visibilidade nos últimos anos, devido a sua influência na dinâmica dos preços para o consumidor brasileiro e, conseqüentemente, suas implicações na prospecção e na condução da política monetária.

A desindustrialização precoce e a especialização da pauta exportadora de commodities caracterizaram a mudança na estrutura produtiva. Esses dois fatores contribuíram para que a inflação do país ficasse mais dependente da inflação dos parceiros comerciais e dos preços das commodities no mercado externo. Com essa reversão na estrutura produtiva brasileira, a inflação tornou-se mais suscetível às pressões do comércio internacional (FEIJÓ; ARAÚJO; BRESSER, 2022).

Uma série de políticas de controle da inflação acabou prejudicando a expansão da indústria brasileira de etanol. Esse fato aconteceu em um momento em que o mundo exigia cada vez mais biocombustíveis por razões ambientais, com o governo brasileiro estimulando indiretamente a demanda pelo combustível, por meio de isenções fiscais de automóveis e políticas de crédito (NETO, 2021).

No entanto, com o passar dos anos, o governo do Brasil introduziu normas para incentivar o setor sucroalcooleiro, como o Renovabio através da Lei 13.576/2017 que mostra os incentivos fiscais, financeiros e creditícios, visando a minimização dos impostos em vista da produção de açúcar e etanol. Além disso, outras medidas, foram direcionadas para o mercado do etanol, como: (i) a elevada quantidade obrigatória de etanol a ser misturada à gasolina, com participação de 25%, iniciando em março de 2013 (REZENDE; RICHARDSON, 2015); e (ii) a elevação desse percentual de mistura obrigatória, em 2015, alcançando um nível de 27% (VIDAL, 2021).

Nesse cenário, supõe-se que o comportamento dos preços do etanol no Brasil passou a ser visto como uma importante variável da dinâmica da indústria nacional

de combustíveis e, com isso, os efeitos do primeiro sobre o segundo devem ser investigados de perto (PALAZZI, 2022).

Maciel (2006) considera que, em uma economia aberta, os preços dos bens consumidos estão internamente sujeitos a flutuações decorrentes do mercado externo, seja por razões como mudanças nos preços relativos das moedas, ou mudanças nas condições internacionais de oferta e demanda.

Em seu estudo, Souza (2016) mostra que o mercado americano tem influência no mercado interno brasileiro, visto que os resultados da pesquisa indicam que o fator externo afeta as expectativas de produção, assim como da comercialização dos produtos.

Levando em consideração que a alta no câmbio interfere em um mercado internacional de açúcar mais atraente, as usinas tendem a subir o seu nível de produção visando a exportação, em detrimento do etanol, e, dessa forma, o preço desse combustível aumenta devido à escassez de produção. Sendo assim, o câmbio pode impactar indiretamente no preço do etanol (MATHIAS, 2018).

Considerando a relevância da taxa de câmbio para a determinação dos preços do açúcar e do etanol no mercado doméstico, surge a questão que norteia essa pesquisa, dado como: **Qual o impacto da taxa de câmbio nos preços domésticos do açúcar e do etanol no período de 2010 a 2022?**

1.1. Justificativa

O estudo abarca os mercados de açúcar e etanol entre o período de 2010 a 2022, visto que neste período houve alguns marcos importantes, como em 2010, quando a competitividade do etanol da cana brasileira foi rompida pela política de preços de gasolina que não acompanhava a paridade internacional de preços. Além disso, ressalta-se a recessão entre 2015 e 2016, vista como a pior crise recente já registrada na economia brasileira, que conseqüentemente afetou a crescente alta nos preços das commodities e, sobretudo, prejudicou as exportações brasileiras. Outro marco recente foi a pandemia da COVID-19, que impactou no baixo consumo do etanol, devido ao isolamento social. Mesmo o trabalho evidenciando os marcos nesse período em estudo, analisar as políticas não é o foco da pesquisa. A pesquisa está centralizada no efeito do câmbio nos preços domésticos do açúcar e do etanol.

No Brasil, o mercado de etanol está intimamente conectado a outros dois produtos: a gasolina e o açúcar. A gasolina, por complementar (etanol anidro), assim como substituto (etanol hidratado) no abastecimento de veículos leves. Por sua vez, o açúcar, por ser derivado da mesma matéria-prima, a cana-de-açúcar, mais precisamente do seu caldo (MOURA, 2014).

O etanol é usado como combustível no Brasil desde a década de 1920, mas foi somente com o surgimento do Proálcool, em novembro de 1975, que seu papel de longo prazo foi definido, fazendo com que o setor privado se engajasse mais fortemente no aumento da produção, a motivação do governo para lançar o Proálcool foi o impacto paralisante da conta de petróleo do país no saldo de pagamentos do país, em que, na época, a importação representava mais de 80% de todo o petróleo usado (LEITE, 2007).

O Brasil é referência mundial devido à tecnologia dos carros *flex*, que permite utilizar qualquer quantidade de gasolina e etanol hidratado, que representa uma fonte de energia limpa e renovável, sendo fortemente relevante para a sustentabilidade e o meio ambiente. No entanto, a tendência em termos mundiais é de crescimento do mercado de carros elétricos e enfraquecimento do apoio ao setor de biocombustíveis. Com isso, umas das grandes barreiras para essa área no Brasil será consolidar a tecnologia de célula de combustível a etanol, que seja competitiva em relação a outras tecnologias já disponíveis (VIDAL, 2021).

Dado que as exportações de açúcar e etanol são essenciais para o setor sucroalcooleiro, tratar sobre essa temática possibilita obter respostas dos preços dos produtos domésticos às alterações da taxa de câmbio, que é fundamental, antes de ter qualquer consequência para os preços aos consumidores e, conseqüentemente, compreender as regras de fixação de preços dos exportadores

Em um estudo mais recente, Vidal (2021) mostrou que as exportações tiveram um grande aumento em 2020, em relação à 2019 (39%), estimulado pela melhor remuneração do mercado externo. As exportações para o mercado de açúcar e etanol, ganharam destaque em 2020, onde o setor teve participação nacional de 9,9% (US\$9,9 bilhões), quarto setor mais representativo do país. Do valor total nacional, o açúcar representou 87,8%, e foi o setor mais representativo no Estado de São Paulo, com participação de 37,1% (US\$6,4 bilhões), enquanto o etanol exportou 2,69 bilhões de litros de etanol (ÂNGELO; GHOBIL, OLIVEIRA, 2021).

Dessa maneira, a falta de incentivo para produzir o etanol torna-se um problema no cenário brasileiro. Por essa razão, a exportação do açúcar se destaca, visto que, no âmbito nacional, os produtores potencializam o nicho do mercado do açúcar, sendo mais recompensador exportar açúcar do que etanol, devido à instabilidade da comercialização do etanol para o mercado externo. Pelegrini (2019) ressalta a preferência de produzir açúcar para o mercado externo e produzir etanol para o mercado interno.

1.2. Objetivos do Trabalho

1.2.1. Objetivo geral

Analisar o impacto da taxa de câmbio no preço doméstico do açúcar e do etanol no período de 2010 a 2022.

1.2.2. Objetivos específicos

- Mostrar a evolução dos preços do açúcar e do etanol no período de 2010 a 2022;
- Identificar a intensidade da transmissão do câmbio para o mercado interno nos preços do açúcar e do etanol;
- Analisar as variações dos preços do açúcar e do etanol no período de 2010 a 2022, frente a um choque na taxa de câmbio, por meio das funções impulso-resposta;
- Apresentar, no curto e longo prazo, qual variável é mais impactada pela taxa de câmbio, por meio da explicação do erro de previsão.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Quase metade das exportações do Brasil são formadas por commodities. No entanto, as mudanças exógenas nos termos de troca, além das flutuações da taxa de câmbio real, são fatores resultantes dos choques de preços dessas commodities como fontes potenciais (SOUZA; MATTOS; LIMA, 2021).

No entanto, uma vez que crescem as exportações, há um impacto no mercado interno, acarretando uma alta nos preços domésticos, conforme a elasticidade das funções de oferta e demanda. Dessa forma, quanto maior for o preço de um produto, poucas pessoas poderão comprar. Cenários esses, consonante com a lei da demanda, ou seja, o preço e a quantidade demandada e um certo mercado, estão inversamente interligados (FLORÊNCIO, MELO, 2022).

Monte (2015) discute que não são apenas as variáveis do valor da exportação, taxa de câmbio e renda mundial que impactam sobre as exportações. Aspectos como logística, qualidade, competitividade, concorrência internacional e burocracia interna são de alta relevância para conseguir representatividade no mercado competitivo. Por exemplo, uma logística eficiente é fundamental para que os produtos possam chegar a outros países demandantes, com efeito direto no preço final dos produtos exportados e, sobretudo, na competitividade.

O Quadro 1, abaixo, ilustra os trabalhos correlatos sobre a temática presente, apresentando outras produções acadêmicas que identificaram como determinadas variáveis podem impactar no preço doméstico das commodities.

Quadro 1 - Trabalhos correlatos

	Autor/a no	Setor Estudado	Objetivo	Principais resultados	Método utilizado
1	Florêncio; Melo (2022)	Milho	Compreender o papel da taxa de câmbio na determinação dos preços e da quantidade exportada do milho brasileiro.	A taxa de câmbio afeta positivamente o preço e a quantidade exportada, tornando as exportações do milho brasileiro mais competitivas no mercado externo.	Vetores autorregressivos (VAR)
2	Huawei (2022).	Carvão e Petróleo	Estimar o papel do crescimento do PIB, inflação, nível de investimento e taxa de câmbio na volatilidade dos preços das commodities de recursos naturais.	O estudo encontrou um impacto direto de todos os fatores na volatilidade dos preços do carvão e do petróleo, exceto a taxa de câmbio. Além disso, a volatilidade dos preços do petróleo não tem impacto na taxa de câmbio durante um curto período, mas mostra o seu impacto no longo prazo, por outro lado, o PIB, sobretudo, a inflação, também são afetados pelas volatilidades do petróleo e do carvão.	VAR
3	Palazzi (2022)	Açúcar, etanol e petróleo	Explorar os impactos dos preços futuros de commodities agrícolas e energéticas internacionais sobre os preços do etanol e da gasolina no Brasil.	Os resultados mostraram um efeito assimétrico dos preços da mistura reformulada para mistura oxigenada (RBOB) sobre os preços da gasolina. Mostrou-se também que as mudanças globais nos preços podem afetar a dinâmica dos preços da gasolina no Brasil. Isto sugere que os preços da gasolina foram mais elásticos em relação aos preços internacionais das matérias-primas.	Multivariado não linear autorregressivo distribuído (NARDL)
			Construir um modelo empírico capaz de	Observou-se impacto positivo nas exportações de carne de frango depois de um choque não	

4	Favro (2021)	Carne de frango	identificar a existência de inter-relação econômica entre as exportações de carne de frango do Paraná, o preço do milho, a taxa de câmbio e as importações mundiais.	antecipado na taxa de câmbio real e nas importações mundiais. Quanto ao preço do milho, verificou-se que um choque nessa variável provoca impacto negativo sobre as exportações de carne de frango.	Vetor de Correção de Erros (VEC)
5	Shioji (2021)	Gasolina	Estimar como os choques nos preços mundiais do petróleo são transmitidos aos preços domésticos da gasolina no Japão.	A taxa de repasse de longo prazo aos preços efetivamente pagos pelo consumidor japonês é da ordem de 20%. Mas esse repasse modesto se deve, em grande parte, a uma característica dos impostos japoneses relacionados à gasolina, que estão mais ligados ao volume de compras, do que ao valor. Para o componente não tributário dos preços da gasolina, o repasse de longo prazo salta para quase 40%.	VAR Estrutural com Instrumentos Externos (SVAR-IV ou proxy-VAR)
6	Souza, Mattos; Lima (2021)	Soja, petróleo, minério de ferro, café, açúcar, carne de frango e carne bovina	Investigar como fatores estruturais e financeiros afetam a relação entre os preços mundiais das commodities e a taxa de câmbio do real brasileiro, durante o regime de câmbio flutuante.	Os principais resultados mostram que a força da resposta da taxa de câmbio real às flutuações dos preços reais das commodities depende da abertura comercial no longo prazo e do risco-país no curto prazo.	Análise empírica; regressão de transição suave (STR)
		17 commo	Investigar o conteúdo	Os resultados fora da amostra indicam que a regressão preditiva univariada com o fator de	Estatística descritiva

7	Liu; Tam; Wang (2020)	dities (incluin do petróleo bruto)	preditivo de preços de commodities para taxas de câmbio.	commodities produz previsões de taxa de câmbio significativamente mais precisas do que a referência do modelo de caminhada aleatória para todas as quatro moedas.	
8	Corcelli (2018)	commodities brasileiras	Verificar a hipótese de “commodity currency” para um conjunto de países da América Latina (Brasil, México, Chile, Uruguai e Colômbia).	Os principais resultados deram razão à primeira hipótese, que diz respeito à “commodity currency”, mas a segunda hipótese não se verificou. O grau de abertura da conta financeira e de capitais, e principalmente a existência de um amplo mercado de câmbio futuro parecem ser a explicação mais provável das diferentes elasticidades preço da taxa de câmbio entre os países.	Modelo de Mínimos Quadrados Generalizados (GLS)
9	Pereira, Silva; Maia (2017)	Petróleo	Analisar os efeitos das variações da taxa de câmbio real efetiva e dos preços de petróleo sobre os preços das commodities brasileiras.	As variáveis taxa de câmbio real efetiva e preços de commodities são mais relevantes para explicar os preços do petróleo, do que supunha a hipótese de pesquisa.	VEC
10	Moura (2014)	Açúcar e Etanol	Explicar, com o auxílio da econometria, de que modo os preços do açúcar e da gasolina interferem e/ou determinam os preços do etanol no Brasil.	Os resultados indicam que, para cada 1% de elevação na média móvel do preço externo de açúcar, a média móvel da produção de etanol diminui em 0,28%, com dez meses de defasagem.	Séries temporais
			Verificar como o preço internacional da soja e		

11	Sousa; Ferreira (2013)	Soja	a taxa de câmbio influenciaram a formação dos preços domésticos da soja nos estados de Mato Grosso, Paraná, Rio Grande do Sul e Goiás, os maiores produtores dessa commodity no Brasil, de 1996 a 2011.	Os resultados indicaram que variações no preço internacional da soja e na taxa de câmbio afetam os preços da soja nos quatro estados e que Mato Grosso foi o único cujo preço não sofreu influência dos demais estados.	VEC e o Teste de Causalidade de Granger
12	Salvo e Huse (2011)	Açúcar, etanol; gasolina	Descrever os preços internos de combustíveis à luz das variações nos preços internacionais de açúcar e petróleo e na taxa de câmbio.	Para afastar possível causalidade espúria, dada a presença de etanol anidro na gasolina C, os testes foram refeitos com os preços ao produtor para a região de São Paulo. Não foram encontradas evidências de causalidade contemporânea, embora houvesse evidências de causalidade de Granger dos preços de gasolina ao produtor para os preços de etanol (e nenhuma no sentido inverso).	VAR e VEC
13	Campos (2010)	Açúcar e Etanol	Investigar os fatores que afetam o comportamento dos preços de etanol e açúcar no mercado doméstico e do preço do açúcar no mercado internacional.	No caso de preço doméstico do etanol, os preços internacional e doméstico do açúcar desempenham razoavelmente a tarefa de previsão, embora os erros cheguem a 40%. Acredita-se que, sendo a commodity menos transacionada internamente, o etanol tenha preços mais sensíveis a fatores idiossincráticos.	VAR

Fonte: Elaboração própria.

Os trabalhos descritos no Quadro 1 mostram principalmente o comportamento da variável câmbio frente a diversas commodities do meio agrícola. É observado que essa variável impacta de certa forma em todas as outras variáveis, tanto positivamente quanto negativamente.

Liu, Tan e Wang (2020) descreveram a relação de previsão entre mudanças nos preços de commodities e flutuações na taxa de câmbio. Usando um fator extraído de um painel dentro e fora da amostra de 17 preços de commodities, encontra-se previsibilidade significativa nas taxas de câmbio para quatro moedas. Além disso, a previsibilidade revelada dos retornos das moedas tem importância econômica. Especificamente, projetam-se estratégias dinâmicas de negociação para títulos domésticos e estrangeiros, com base em previsões de retorno de moeda.

Os resultados de Candelon e Carpentier (2015) promovem várias implicações políticas. Em particular, recomenda-se que os países preocupados com o fato de que as flutuações nos preços mundiais das commodities possam ter um efeito adverso em sua competitividade, ou seja, os países que desejam reduzir os efeitos da “doença holandesa¹”, adotem taxas de câmbio flutuantes em vez de taxas fixas. Os autores também sugeriram que os países em desenvolvimento poderiam reduzir a dependência das taxas de câmbio reais dos preços mundiais das commodities, tornando-se mais abertos aos fluxos internacionais de capital e ao comércio exterior.

Para Souza; Mattos e Lima (2021), a ligação de curto prazo entre os preços mundiais das commodities e a taxa de câmbio real brasileira estão relacionadas a momentos de risco no país. Cenários de elevadas variações do risco no país aconteceram durante os principais momentos de crise vivenciados na economia brasileira durante a fase de câmbio flutuante. Além disso, os resultados evidenciam que a elasticidade-preço das commodities é maior em períodos de crise. A conclusão desse resultado é vista por meio de que as operações de *carry trade* são

¹ No final da década de 1950, a Holanda descobriu enormes reservas de gás natural no Mar do Norte e começou a exportar esse recurso natural alguns anos depois. O que era para ser uma fonte positiva de renda acabou produzindo um inconveniente processo de desindustrialização que custou economicamente para o país. Em 1977 para descrever o problema, a revista *The Economist* cunhou o termo doença holandesa. Nesse contexto, segundo Bresser (2008), a doença holandesa é um fenômeno de apreciação cambial causada por entradas de divisas internacionais resultantes da comercialização de abundantes riquezas naturais (o gás, no caso holandês). A desindustrialização ocorre porque a valorização cambial minimiza a competitividade do setor industrial exportador no mercado externo. Como resultado, a participação da indústria no PIB do país caiu, assim como a participação da indústria no emprego total.

desfeitas em cenários ruins ao risco, e a taxa de câmbio real, assim, restabelece seu vínculo com os outros fundamentos.

O mesmo estudo identificou uma ligação positiva e robusta entre a taxa de câmbio real do Brasil e os preços das principais commodities exportadas pelo Brasil. Nesse sentido, é possível relacionar uma valorização do real brasileiro com uma elevação nos preços das commodities durante a fase de flutuação como regime cambial. Como mecanismo teórico, épocas de maior abertura comercial estão ligadas a uma menor elasticidade-preço das commodities.

Atualmente, dado o cenário de desregulamentação de preços, as dinâmicas de formação de preços são afetadas. Por isso, é importante analisar o impacto dos movimentos da taxa de câmbio nos preços das commodities domésticas.

O estudo de Barros (2022), por sua vez, revela uma interação significativa entre os preços internacionais de commodities, a taxa de câmbio doméstica e os preços domésticos. Em vista disso, observou-se que a elevação de 10%, por exemplo, nos preços internacionais das commodities, produz uma valorização cambial de aproximadamente 6,4%, de maneira que o preço agrícola aumentaria a diferença entre esses dois valores (3,6%) e a inflação aumentaria cerca de 2%.

A elevação do preço doméstico foi absorvida de forma rápida para os países desenvolvidos, além disso, teve pouco impacto na disponibilidade de alimentos. Para esses países, alguns preços domésticos tiveram alta acentuadamente. Essa alteração no preço, combinado com a perda de renda de alguns agricultores (NATALINI et al., 2015).

Os achados de Sousa e Ferreira (2013) mostram que a taxa de câmbio e o preço internacional afetam o mercado doméstico agroindustrial da soja, com isso, sugere a atuação dos agentes para acompanharem não apenas o mercado de soja, mas também a movimentação cambial, pois, mudanças cambiais influenciam aproximadamente de forma igualitária aos preços internacionais sobre o mercado interno, mostrando assim a fragilidade do setor frente à instabilidade cambial.

Muitos estudos já explicaram as causas e as explicações para o aumento dos preços dos alimentos (ROACHE, 2010). Nesse contexto, vários fatores também foram identificados como contribuintes para o aumento dos preços dos alimentos, com destaque para as taxas de câmbio, políticas agressivas de reservas dos países, especulação no mercado de commodities, choques macroeconômicos na oferta

monetária e, sobretudo, o crescimento econômico e as restrições comerciais (NAZLIOGLU; SOYTAS, 2012; KALKUHL; VON BRAUN; TORERO, 2016).

Kapusuzoglu e Ulusoy (2015) mostram que essas modificações relacionadas aos preços dos alimentos estão ligadas ao choque nos preços dos alimentos, por conta da mudança do nível de demanda e oferta, elevação dos preços e manipulação do mercado. Dessa forma, se um país enfrenta um choque na produção de alimentos, é esperado que uma lacuna seja preenchida pelo comércio global de alimentos. No entanto, uma vez que um grande choque ocorra, ele começará a afetar os preços globais dos alimentos (JONES; HILLER, 2017).

Na pesquisa realizada por Florêncio e Melo (2022) foi possível observar que um choque na variável taxa de câmbio impacta positivamente no preço do milho recebido pelos produtores e na quantidade exportada. Isso mostra haver um certo nível de sensibilidade das variáveis em decorrência da taxa de câmbio que provoca a competitividade do milho brasileiro, alterando a tomada de decisão do produtor, em encaminhar sua produção para o mercado interno ou externo.

Observa-se que, se a taxa de câmbio subir, os preços dos produtos nacionais tornam-se mais competitivos no mercado mundial, estimulando as exportações. Portanto, não surpreende que haja uma correlação positiva entre essas variáveis na matriz de relacionamento contemporânea.

Pereira, Silva e Maia (2017) buscaram analisar os efeitos das variações da taxa de câmbio, bem como dos preços de petróleo sobre os preços das commodities do Brasil. Com isso, foram utilizados testes econométricos para identificar o impacto da ligação entre as variáveis analisadas. Sendo assim, o estudo considerou que o mercado brasileiro é afetado por meio das oscilações internacionais dos preços das commodities, do petróleo e, sobretudo, da variação cambial.

Palazzi (2022) utilizou no seu estudo o teste não linear, visando avaliar os impactos dos preços futuros de energia internacional e de commodities agrícolas frente aos preços do etanol e da gasolina no Brasil. Com isso, foi possível identificar que os preços do etanol são influenciados pelos preços do petróleo. Em contraste, os preços do açúcar tiveram efeito não significativo nos preços do etanol no longo prazo.

Campos (2010) discute que, em termos de preços domésticos do etanol, os preços internacionais e domésticos do açúcar cumpriram razoavelmente a tarefa de previsão, embora o erro ocasionalmente chegue a 40%. Aliás, levantou-se a

possibilidade de que, por ser uma commodity com pouco comércio externo, os preços do etanol sejam mais sensíveis a fatores idiossincráticos, como clima, falta de crédito interno e evolução de frotas adequadas ao consumo. No entanto, isso não invalida a conclusão geral de que o comportamento mercadológico dos complexos sucroenergéticos é bastante consistente com os mercados globalizados de commodities em geral.

Mathias (2018) enfatiza que o preço do etanol é influenciado diretamente pela taxa de câmbio. Conforme a elasticidade do câmbio/preço do açúcar, o preço do etanol muda positiva ou negativamente. No entanto, uma concorrência de crescimento no câmbio faz com que o preço do etanol aumente. Assim, percebe-se uma relação similar entre o histórico do câmbio e preço do etanol.

Ao mesmo tempo, um segundo efeito indireto envolve mudanças nos preços relativos impulsionadas pela depreciação da taxa de câmbio, o que torna os produtos domésticos exportáveis mais atraentes e competitivos nos mercados mundiais. Isso aumenta a demanda por exportações (além de reduzir as importações) e promove o aumento das exportações líquidas. Assim, os preços mais altos dos bens comercializados internamente irão influenciar nos já crescentes preços dos importados e dos substitutos domésticos.

No entanto, se a variação cambial não for concretizada, haverá um aumento dos níveis de preços internos. Sendo assim, o grau de repasse cambial será inversamente proporcional ao grau de desalinhamento cambial, visto que, quanto maior a distinção entre o valor do câmbio presente, bem como o seu valor de longo prazo, maior será a expectativa dos agentes presenciando uma desvalorização e conseqüentemente uma pressão nos preços domésticos (SOUSA JR, 2020).

A presente revisão da literatura abordou a relação da taxa de câmbio com o mercado doméstico do açúcar e do etanol. Foi possível observar a dependência da formação de preço do mercado doméstico do etanol para com o preço do açúcar no mercado internacional e a taxa de câmbio, de forma que o estímulo para o etanol parte do impacto do açúcar via mercado internacional. Além disso, a literatura estudada mostrou que a variação do preço internacional e da taxa de câmbio podem afetar o mercado interno. Esse cenário pode afetar principalmente o açúcar, considerado como grande representante exportador do Brasil.

3 METODOLOGIA

Nesta seção serão definidos os procedimentos metodológicos utilizados para analisar, através da econometria, as séries que foram abordadas no presente estudo. Além disso, serão descritos os dados coletados e suas fontes, assim como o tratamento prévio de análise, avaliado sobre as variáveis utilizadas nesta pesquisa.

3.1 Procedimento metodológico

A metodologia aplicada no estudo utilizou-se do modelo econométrico de Vetores Autorregressivos (VAR), com o objetivo de identificar o comportamento do preço do açúcar e do etanol quando ocorre um choque na taxa de câmbio. Com isso, foram aplicados dados observacionais mensais, entre o período de janeiro de 2010 a agosto de 2022. O modelo VAR é um sistema na qual todas as variáveis são endógenas, relacionando-se entre si e com as variáveis defasadas. Através do VAR, busca-se também mostrar resultados de testes de causalidade de Granger, função impulso-resposta e decomposição de variância de erro de previsão (STOCK; WATSON, 2001).

Segundo Alves (2002), a vantagem do VAR consiste no reduzido grau de limitações teóricas sobre sua estrutura. As exigências estabelecidas tratam-se de: I) definição das variáveis que interagem dentro do sistema; e II) determinação da quantidade de defasagens necessárias para captação da dinâmica de interação entre as variáveis do modelo.

Para a utilização do VAR, é necessário identificar se as variáveis utilizadas são estacionárias, o que é feito através do teste de raiz unitária de Dickey-Fuller Aumentado (ADF), o qual mostra se a série temporal e as associações subjacentes são estáveis. Quando identificadas a ordem de integração das variáveis, possibilita-se mostrar as relações cointegradas, sobretudo as relações de curto e de longo prazo entre elas. Também foi realizado o teste Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS), que busca verificar a estacionariedade em séries temporais observáveis, em vista de uma tendência determinística contra uma raiz unitária alternativa. O KPSS é um teste alternativo ao ADF, sendo definido pelo procedimento de um teste de não estacionariedade contra a hipótese nula de estacionariedade, conforme Greene (2008), as variáveis do teste ADF são sistemáticas como uma função linear e é vista em defasagens anteriores dela mesma e de outras variáveis estabelecidas.

Visando a definição da ordem de defasagem, o estudo seguiu a seguinte ordem de entrada das variáveis: primeiro a taxa de câmbio, logo em seguida o preço do açúcar e, por fim, o preço do etanol. No que tange aos critérios, foram utilizados os de AIC (Critério de Informação de Akaike), BIC (Critério de Informação de Schwarz) e HQ (Critério de Informação de Hannan-Quinn). A ordem de defasagem foi definida por meio de uma convergência entre os resultados dos critérios adotados.

Ademais, a utilização do VAR possibilita analisar a resposta das variáveis do modelo ao impulso de uma variável. Esse procedimento busca analisar o mecanismo de choques aleatórios, definido como função de impulso-resposta. Referida função descreve a resposta dos valores atuais e futuros de todas as variáveis, frente a um aumento de uma unidade no valor atual de um dos erros do VAR, mostrando se esse erro retorna a zero em períodos subsequentes e como se comportam todos os outros erros (STOCK; WATSON, 2021).

Outra análise realizada diz respeito à decomposição da variância, que é uma maneira de descrever o quanto o resultado em porcentagem da variância do erro de previsão é decorrente de cada variável endógena, ao longo do horizonte de previsão (BUENO; INHASZ, 2008). Em outras palavras, de acordo com Vartanian (2010), trata-se da identificação da responsabilidade de cada variável na explicação da variância de todas as variáveis do sistema, frente a um choque, como uma classificação da relevância relativa das variáveis na definição de si mesma e das outras variáveis.

Com a decomposição da variância dos erros de previsão, possibilita-se examinar qual o efeito da taxa de câmbio nas variações nos preços do açúcar e do etanol. Portanto, o resultado do modelo mostra qual variável é mais afetada pelo câmbio, tanto no curto prazo, quanto no longo prazo.

Dessa forma, no caso do choque cambial positivo, causado por uma crise internacional ou uma política monetária brasileira mais expansionista, pode-se mensurar o efeito do aumento nos preços domésticos do açúcar e do etanol.

$$\gamma_{\tau} + \sum_{j=1}^p \beta_j \gamma_{\tau-j} + \sum_{j=1}^p \delta_j z_{\tau-j} + \epsilon_{\tau} \quad (3.1)$$

Em consonância com a literatura que analisa o comportamento dos mercados em estudo, adota-se a seguinte estratégia de identificação.

$$\begin{bmatrix} \text{Câmbio} \\ \text{Açúcar} \\ \text{Etanol} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ \alpha_{21} & 1 & 0 \\ \alpha_{31} & \alpha_{32} & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \text{Câmbio}_t^{\text{Choque}} \\ \text{Açúcar}_t^{\text{Choque}} \\ \text{Etanol}_t^{\text{Choque}} \end{bmatrix}$$

A matriz acima mostra que a taxa de câmbio e os preços do açúcar e do etanol são funções dos choques exógenos de cada variável. Para a equação (3.2), abaixo, é possível observar o modelo VAR, definido como um processo autorregressivo de ordem p .

$$Y_\tau = A_1 Y_{\tau-1} + \dots + A_p Y_{\tau-p} + cD_\tau + u_\tau \quad (3.2)$$

Para a equação (3.2), define-se que A_1 é uma matriz ($K \times K$) de coeficientes das variáveis que explicam Y_τ , com $i = 1, \dots, p$ defasagens; D_τ é um vetor ($M \times 1$) de variáveis que envolvem constante, tendência e variáveis *dummies*; c representa a matriz ($K \times M$) de coeficientes dos regressores; e u_τ é um vetor ($K \times 1$) de resíduos de ruído branco com covariância $E(u_\tau u_\tau) = \Sigma_u$.

3.2 Fonte de dados e variáveis utilizadas

Os dados relacionados aos preços mensais do açúcar e do etanol foram extraídos do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA, 2022). Os valores são considerados com base no estado de São Paulo, visto que é onde a produção sucroalcooleira é mais representativa.

Além disso, a taxa de câmbio utilizada foi a efetiva real (R\$) específica dos biocombustíveis por dólar americano (US\$), coletada através da base de dados da plataforma do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2022), a qual se utiliza de informações do Banco Central do Brasil. Os dados são mensais, com início em janeiro de 2010 e término em agosto de 2022, e, para processamento e análise dos dados, foi utilizado o software Gretl.

O quadro 2 abaixo mostra as variáveis utilizadas no modelo, que se trata da taxa de câmbio (R\$/US\$), o preço do açúcar (R\$/kg) e o preço do etanol hidratado (R\$/l), não considerou o etanol anidro, pois, o comportamento é o mesmo do etanol hidratado. Além disso, o quadro mostra as siglas que foram utilizadas no *software* e a periodicidade dos dados.

Quadro 2 - Variáveis estimadas no modelo.

Variável	Unidades	Siglas	Periodicidade	Fonte
Preço do Açúcar	(R\$/kg)	I_ACUCAR	Mensal	CEPEA (2022)
Preço de Etanol	(R\$/l)	I_ETANOL	Mensal	CEPEA (2022)
Taxa de Câmbio	R\$/US\$	I_CAMBIO	Mensal	IPEA data/Bacen (2022)

Fonte: Elaboração própria.

Ademais, salienta-se que, devido à sazonalidade das séries utilizadas no modelo, todas as análises econométricas consideraram as séries expressas em logaritmos naturais (o L contido nas siglas correspondem a logaritmo).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção descreve os resultados da presente pesquisa, o que envolve a estimação do modelo autorregressivo VAR. O conteúdo está dividido em quatro etapas, a primeira com a apresentação das variáveis e a realização do teste de raiz unitária. Logo após, apresenta-se a relação entre Preço do Açúcar, Preço do Etanol e Taxa de Câmbio, após isso, mostra-se a identificação do modelo VAR e os resultados do impulso-resposta. Por fim, apresenta-se os achados da decomposição da variância (DV).

4.1 Teste de estacionariedade das séries

Quando realizada a análise por meio das séries temporais, o primeiro passo é verificar se as variáveis são ou não estacionárias. Caso as variáveis não se configurem como estacionárias em nível, utiliza-se a primeira diferença das séries. Após realizar o teste com a variável diferenciada, caso seja estacionária, considera-se a série integrada de primeira ordem.

Neste estudo, dois testes foram utilizados para melhor identificar as variáveis estacionárias. O primeiro foi o teste Dickey-Fuller Aumentado (ADF), tendo como hipótese nula a raiz unitária; e o segundo foi o KPSS, considerado um teste alternativo ao ADF, que em contrapartida, tem-se a estacionariedade como hipótese nula.

A Tabela 1 mostra os resultados do teste de raiz unitária, que indicam que apenas a série do preço do etanol se mostrou não estacionária.

Tabela 1 - Resultados dos testes de Raiz Unitária.

Variável	Teste ADF	Lags	Teste KPSS	Resultado
Preço do Açúcar	-3,35*	11	0,351***	Estacionária
Preço do Etanol	-2,59	2	0,24***	Raiz Unitária
Taxa de Câmbio	-1,21	2	0,15	Estacionária

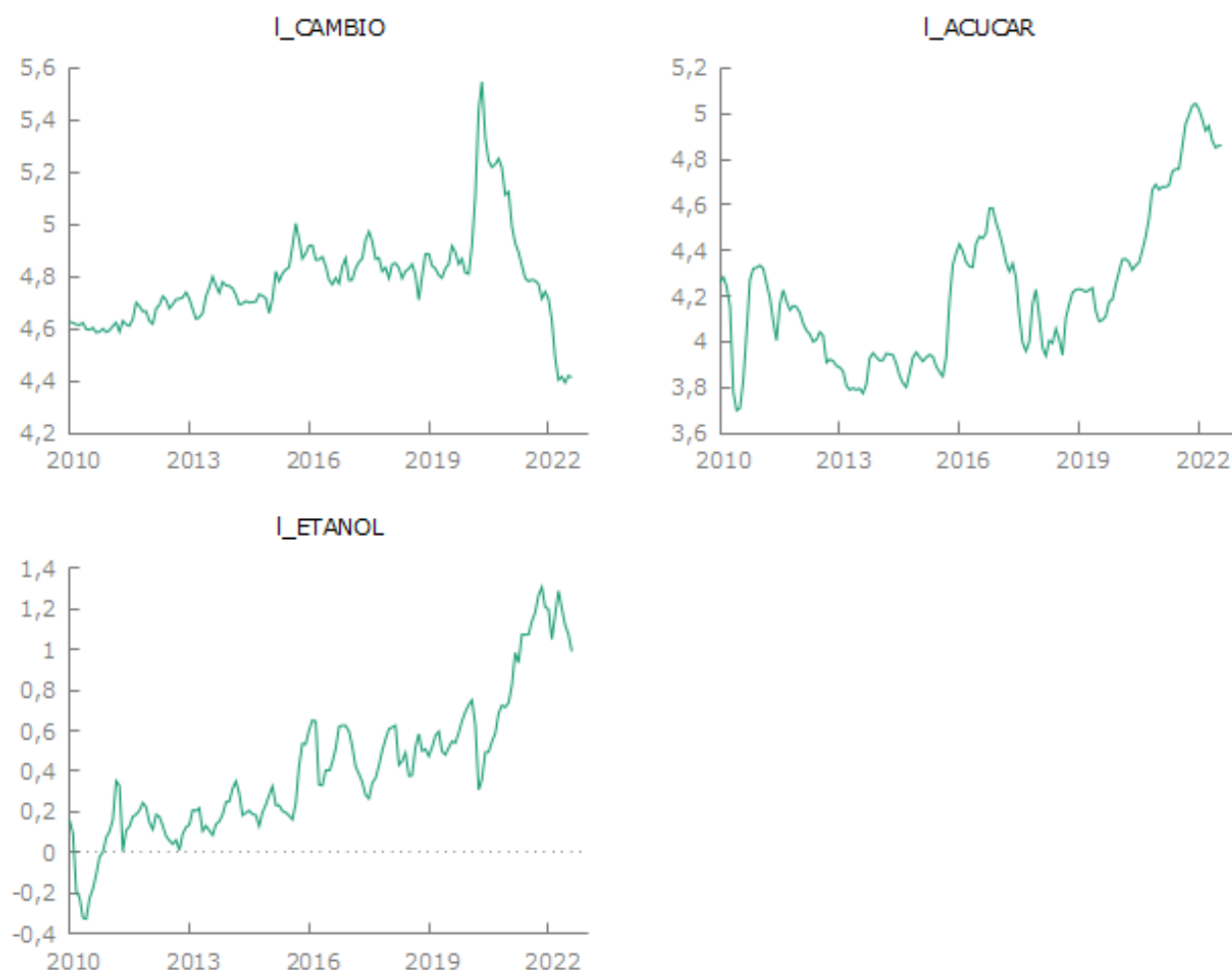
Notas: *significância de 10%, **significância de 5%, ***significância de 1%. Preços do açúcar e do etanol com constante, tendência e *dummy* sazonal. Câmbio com constante e *dummy* sazonal. Variáveis em logaritmo.

A Tabela 1 indica que as variáveis Taxa de Câmbio e Preço do Açúcar foram consideradas estacionárias. Observa-se uma divergência entre o resultado dos testes ADF e KPSS e, dessa forma, considerou-se que as séries são estacionárias. Em contrapartida, houve uma convergência para o preço do etanol, em que os dois testes indicam a presença de raiz unitária na variável em questão.

4.2 Relação entre Preço do Açúcar, Preço do Etanol e Taxa de Câmbio

As figuras abaixo mostram, respectivamente, a evolução das variáveis preço do açúcar, preço do etanol e taxa de câmbio. Nota-se um comportamento da taxa de câmbio semelhante dos preços do setor sucroalcooleiro, principalmente após o ano de 2020, em decorrência da Covid-19, com destaque para o cenário do etanol, tendo em vista a diminuição do consumo de combustível, que refletiu em um choque no preço do etanol (NASTARI, 2020).

Figura 1 - Evolução da taxa de câmbio, preço açúcar e etanol.



Fonte: Elaboração própria.

Na trajetória dos gráficos, destaca-se o comportamento verificado a partir do início de 2020, com a aparição da Covid, que elevou os índices de preços dos produtos, impactando negativamente na economia global. Ainda em 2020, o setor sucroalcooleiro teve o açúcar valorizado, que pode ser correlacionado com a desvalorização do Real em relação ao Dólar, que foi importante para as exportações; e com a recuperação dos preços internacionais do açúcar, devido à redução dos estoques mundiais. Outro aspecto que já vinha favorecendo para o crescimento das exportações brasileiras de açúcar foi o fim da política de salvaguarda em 2020, implementada pela China desde 2017 para proteger sua indústria açucareira (VIDAL, 2021)

Considera-se que as variáveis relacionadas aos preços domésticos apresentaram um aumento a partir de 2020, ou seja, a elevação do preço doméstico

do açúcar e do preço do etanol se mantiveram em constante projeção. Enquanto os preços domésticos dessas commodities aumentaram, a taxa de câmbio teve uma queda considerável a partir do mesmo período (isto é, após 2020), em que a taxa de câmbio se mostrou decrescente, ou seja, houve uma valorização do real frente ao dólar. Dessa maneira, quando há uma desvalorização da taxa de câmbio, conseqüentemente há um estímulo à importação e um impacto negativo sobre as exportações. Portanto, essa movimentação influencia no preço doméstico das commodities.

Nesse contexto, torna-se necessário analisar a taxa de câmbio em paralelo aos preços domésticos, variável que reflete nas exportações nacionais. Dessa maneira, a moeda valorizada encarece o produto doméstico no mercado externo, influenciando na redução do preço interno. Em contrapartida, se a taxa de câmbio aumenta, a elevação do preço doméstico fica por conta do estímulo às exportações (FREIRE, 2019).

Por isso, uma taxa de câmbio competitiva é importante para o processo de industrialização e crescimento do PIB de um país. O desenvolvimento econômico só é possível quando o país tem uma taxa de câmbio competitiva que estimula as exportações e os investimentos. Essa evidência é vista, por exemplo, nos países que se desenvolveram a partir do século XX, como Japão, Alemanha e Itália, que contaram com taxas de câmbio significativas para tornar o desenvolvimento possível.

O Brasil tem grande visibilidade no mercado externo de produtos agrícolas, devido à sua potencialidade de exportação. Considerando esse cenário, a economia do país torna-se mais exposta às movimentações internacionais, isto é, os preços domésticos podem ser impactados intensamente pelas influências dos preços externos (SANTOS et al., 2007).

Mathias (2018) descreve que, devido ao preço do açúcar ser representado em dólar, a decisão de exportar está ligada à taxa de câmbio. Nesse sentido, uma taxa de câmbio alta impacta em um retorno maior para o mercado doméstico, isto é, para as usinas produtoras de açúcar. Portanto, o melhor dos cenários é tanto o preço do açúcar alto, quanto a taxa de câmbio elevada.

4.3 Identificação do modelo VAR e funções impulso-resposta

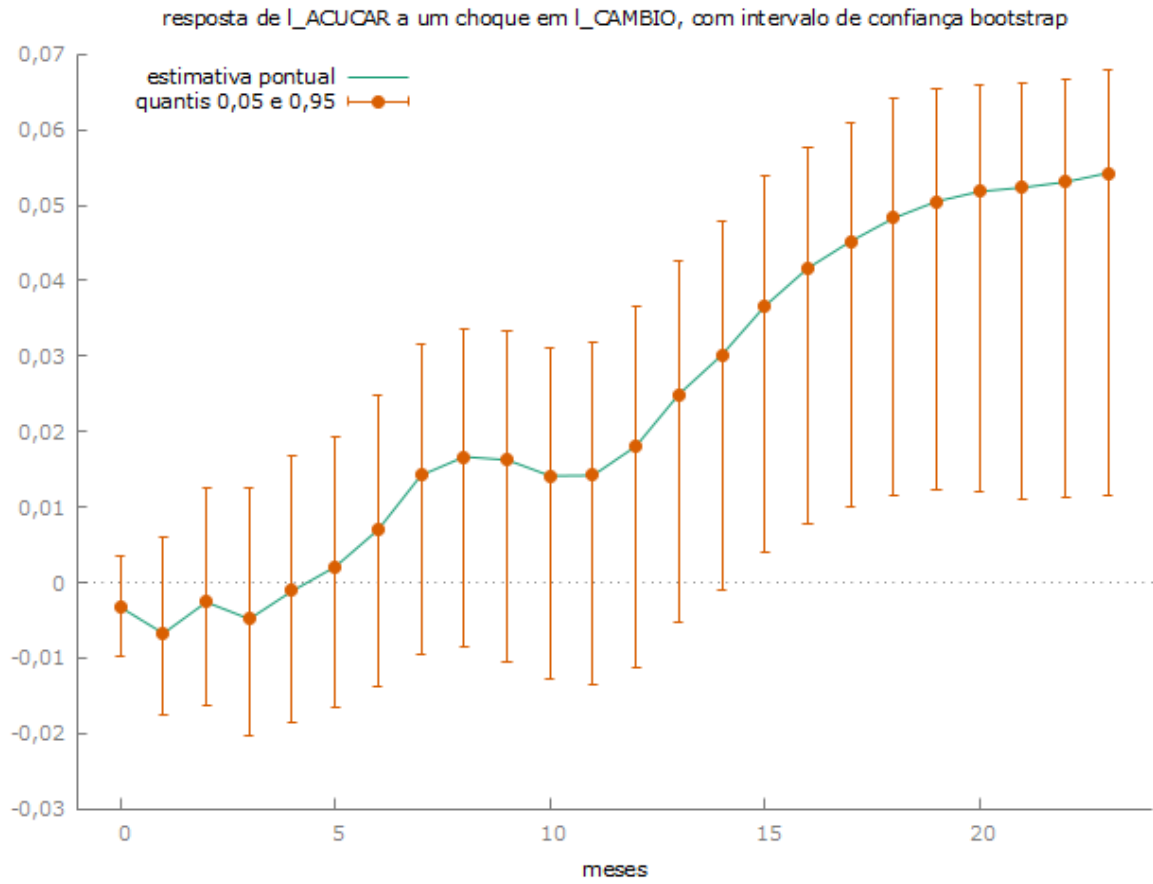
Com o objetivo de definir o número de defasagens do modelo VAR, foram realizados os testes de Akaike (AIC) e Hannan-Quinn (HQ), que indicam três defasagens, enquanto o critério BIC indica apenas uma defasagem. No entanto, dados os resultados de AIC e HQ, preferiu-se utilizar três defasagens.

Após a identificação do modelo, foram analisadas as funções impulso-resposta. É válido ressaltar que foi preciso, a princípio, descrever o ordenamento das variáveis, para que assim fosse estimado a função impulso-resposta. Isso ocorre porque o VAR é considerado sensível à ordem de entrada das variáveis. Ademais, a definição da ordem de entrada das variáveis no modelo VAR também é essencial para analisar a decomposição da variância.

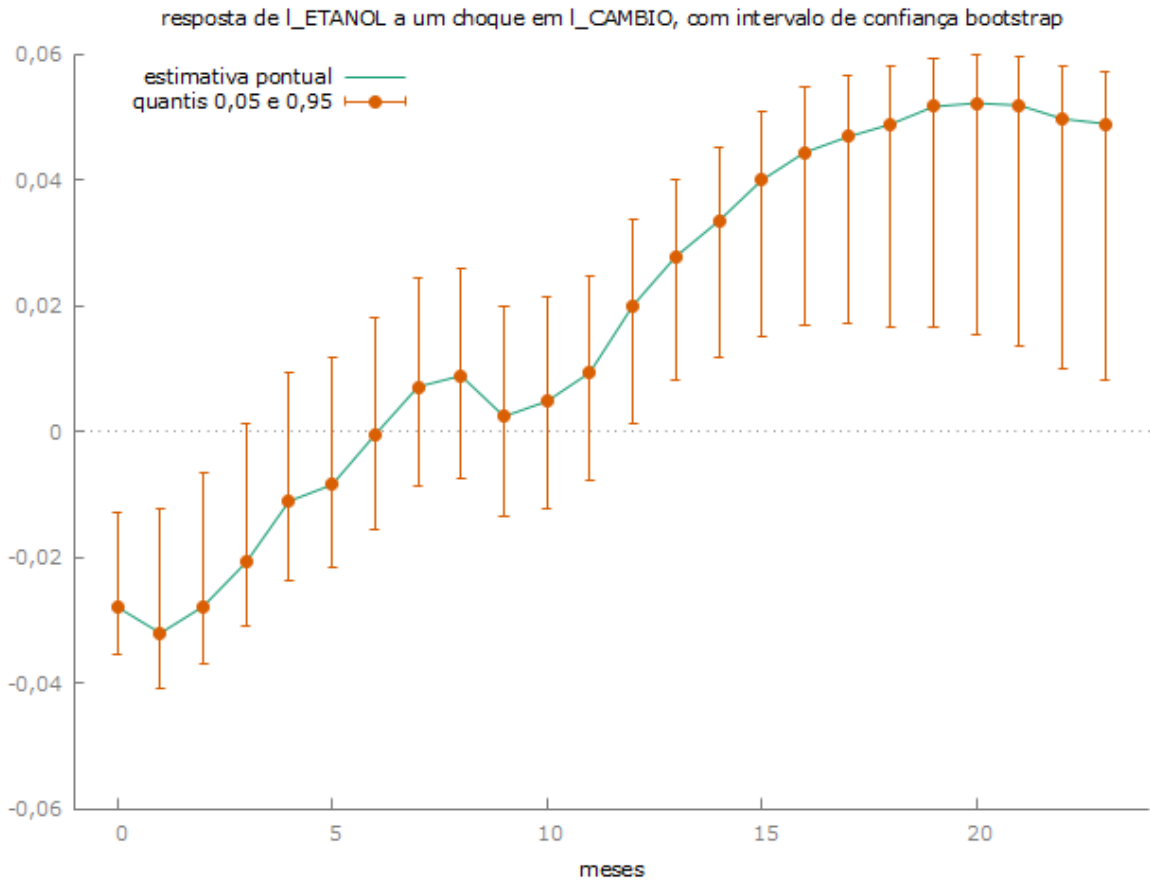
Este estudo utilizou ordenamento a partir da decomposição de Cholesky, no qual Stock e Watson (2004) mostram que a primeira variável, considerada mais exógena, afeta todas as outras variáveis e não é impactada por nenhuma delas, enquanto a última variável é afetada pelas outras duas. Por isso, utilizou-se, o seguinte ordenamento: primeiro utilizou-se a taxa de câmbio, em seguida o preço doméstico do açúcar e, por fim, o preço doméstico do etanol. Foi testado uma nova sequência de ordenamento, mas não houve alteração significativa nos resultados do modelo.

Tendo em vista o ordenamento das variáveis, as figuras 2 e 3 apresentam a função impulso-resposta para preços do açúcar e do etanol, quando ocorre um choque na taxa de câmbio. Vale ressaltar que a análise, realizada a partir da função impulso-resposta, destina-se a verificar o efeito dos choques em uma determinada variável.

Figura 2 - Análise do impulso resposta: Açúcar x Câmbio



Fonte: Elaboração própria.

Figura 3 - Análise do impulso resposta: Etanol x Câmbio

Fonte: Elaboração própria.

Analisando, primeiramente, a relação entre açúcar e câmbio, é possível notar que um choque na taxa de câmbio provoca uma alteração ou variação no curto prazo. Foi a partir do período 5 que a variável começou a se mostrar positiva face a um choque no câmbio. A partir desse período, a tendência se mostrou crescente no longo prazo. Uma desvalorização do real e uma valorização do câmbio nos primeiros anos é decorrente, principalmente da crise financeira dos países europeus, na diminuição dos preços das commodities e com desequilíbrios fiscais frequentes do Brasil. Outro fator foi o cenário político que se mostrava com muitas incertezas, além da maior demanda pela moeda externa. Portanto, tal resultado mostra um choque positivo no câmbio que aumenta o preço doméstico do açúcar no longo prazo, estimulando a produção brasileira voltada à exportação dessa commodity, o que é compatível com a diminuição da oferta doméstica e a elevação do preço interno. A projeção mostra uma persistência no aumento do preço ao longo da trajetória.

Por sua vez, quando analisada a relação do etanol a um choque no câmbio, a trajetória do gráfico é semelhante, no entanto, os números são diferentes quando comparado com preço do açúcar, que é decorrente da variação ou alteração no curto prazo. Observa-se que também há uma certa elevação após o período 5. Esse efeito é decorrente do aumento das exportações do setor sucroalcooleiro, principalmente do açúcar, que conseqüentemente diminui a oferta doméstica do biocombustível, aumentando seu preço. Como mostra Vidal (2021) onde, o faturamento com as exportações brasileiras de açúcar em 2020 foi quase 70% superior a 2019, se mantendo crescente em 2021. Além disso, a comercialização externa do açúcar continuou obtendo mais lucro, quando comparado com a venda interna (CEPEA, 2023).

Percebe-se, que a taxa de câmbio é considerada a principal variável a ser analisada pela macroeconomia, visto que há um papel estratégico, que visa o crescimento econômico de um país (BRESSER, 2008). O mesmo autor, sugere uma taxa de câmbio relativamente depreciada com o objetivo de aumentar frequentemente as exportações e, em decorrência disso, novas oportunidade para investimentos lucrativos. Esse cenário é observado nos países que se desenvolvem rapidamente e conseguem recuperar os atrasos, isto é, têm uma taxa de câmbio competitiva, como foi o caso do Japão, e de outros pequenos países asiáticos e, além de países como China e Índia.

O resultado do impulso-resposta sugere que as duas variáveis (preço doméstico do açúcar e preço do etanol) sofrem um impacto decorrente da taxa de câmbio, com relação positiva. Considera-se que o preço internacional do açúcar é um fator importante para a definição do preço doméstico, como é observado por Campos, Barros e Bacchi (2011), mostrando que um aumento de 1% no preço internacional, de forma inesperada, impacta no aumento de 0,5% do preço doméstico do açúcar no primeiro mês, e aumenta para 1% no segundo mês, mostrando que o preço externo do açúcar influencia completamente no preço interno.

4.4 Decomposição histórica da variância

A decomposição da variância tem como objetivo identificar, dentro do modelo econométrico, quais fatores provocaram erros de previsão no período amostral,

assim como ela se decompõe dentro da estimativa. Com isso, permite-se verificar o que foi relevante para o comportamento visto em cada variável do estudo.

Tabela 2 - Decomposição Histórica da Variância do erro de previsão do Açúcar.

período	erro padrão	I_CAMBIO	I_ACUCAR	I_ETANOL
1	0,0392717	0,6984	94,8158	4,4857
2	0,0752354	0,9967	86,7063	12,2970
3	0,0973746	0,6669	87,3551	11,9781
4	0,113128	0,6786	86,1450	13,1764
5	0,125143	0,5627	82,0270	17,4103
6	0,134383	0,5117	79,6794	19,8089
7	0,143193	0,6886	79,7092	19,6022
8	0,152374	1,4776	79,6950	18,8274
9	0,159921	2,4262	78,1648	19,4089
10	0,16556	3,2265	76,1483	20,6252
11	0,170457	3,7307	74,3977	21,8716
12	0,176892	4,1065	72,3659	23,5276
13	0,184282	4,7434	70,5965	24,6601
14	0,191745	6,0738	68,9554	24,9708
15	0,198256	7,9955	66,7484	25,2562
16	0,204237	10,7515	63,7305	25,5179
17	0,210287	14,0657	60,4690	25,4653
18	0,216475	17,6385	57,3483	25,0132
19	0,222765	21,3585	54,3646	24,2769
20	0,229079	25,0622	51,4609	23,4769
21	0,235462	28,5674	48,7164	22,7162
22	0,242029	31,7183	46,2363	22,0455
23	0,248663	34,6075	44,0010	21,3915
24	0,255217	37,3797	41,9411	20,6792

Fonte: Elaboração própria

No período 1, para o preço do açúcar, quando ocorre um choque do erro de previsão, é possível observar que 94,8% está associado a choques do próprio açúcar, enquanto 0,69% está associado ao câmbio e 4,4% ao etanol. Após 12 períodos, o choque associado ao açúcar passou para 72,3% e, em contraste à primeira análise, o etanol mostrou-se crescente em relação ao açúcar, passando para 23,5%. No 24° período, a participação do açúcar se manteve em comportamento decrescente, passando para 41,9%, enquanto o câmbio elevou-se para 37,37%. Por fim, o etanol manteve-se estável, diminuindo três pontos percentuais quando comparado à 12° defasagem.

Com isso, percebe-se a relevância do câmbio, quando na Tabela 2 é possível observar que o câmbio representa 37,37% no erro de previsão do preço do açúcar. Assim, um câmbio desvalorizado tem um impacto de longo prazo no preço doméstico do açúcar. Ademais, de modo geral, há uma influência considerável do etanol em relação ao açúcar.

Tendo em vista essa relação, Campos (2010) mostra que mesmo as commodities sendo derivadas da mesma matéria-prima, se o preço do açúcar aumenta, o mix de produção é destinado para o açúcar, reduzindo a produção e a oferta de etanol, aumentando o seu preço para o mercado doméstico. Por isso, há uma necessidade de controlar as flutuações no preço do etanol, para que os produtores busquem assegurar maior previsibilidade de preço, para minimizar os riscos do setor.

Segundo o MAPA (2020), nas safras de 2018/2019 e 2019/2020, o produtor direcionou a maioria da cana para a produção de etanol. Nos anos citados, 35% da safra foi encaminhada para a fabricação de açúcar. Tendo em vista esse cenário, a tendência é que as variações no mix de produção estão interligadas às variações nos preços internacionais, devido à representatividade do Brasil na exportação do produto.

Tabela 3 - Decomposição Histórica da Variância do erro de previsão do Etanol.

período	erro padrão	I_CAMBIO	I_ACUCAR	I_ETANOL
1	0,0658597	17,9891	0,0000	82,0109
2	0,0933555	20,7541	3,1652	76,0807
3	0,105919	23,0147	7,7198	69,2655
4	0,115666	22,5285	11,4814	65,9901
5	0,122105	21,0354	13,6602	65,3044
6	0,126208	20,1398	15,2207	64,6394
7	0,128792	19,3413	17,3231	63,3357
8	0,12995	19,2986	17,6014	63,1000
9	0,131248	19,3774	17,6054	63,0173
10	0,132017	19,1860	17,8078	63,0062
11	0,133085	19,0100	18,1118	62,8781
12	0,13489	18,9891	18,3205	62,6904
13	0,138632	20,0680	18,1160	61,8160
14	0,144179	22,2877	17,7765	59,9359
15	0,150565	25,3906	17,3383	57,2710
16	0,158006	29,4635	16,7156	53,8209
17	0,166254	33,7548	15,8328	50,4124
18	0,174156	38,0112	14,7737	47,2151

19	0,181674	42,1747	13,6311	44,1942
20	0,189687	46,1186	12,5038	41,3775
21	0,197705	49,4399	11,5480	39,0121
22	0,205317	52,2318	10,7782	36,9901
23	0,212013	54,4926	10,1978	35,3096
24	0,218286	56,4381	9,7460	33,8159

Fonte: Elaboração própria

A decomposição do erro de previsão do etanol mostra-se diferente em relação ao açúcar. No primeiro momento, o etanol representou 82,01% do erro de previsão, enquanto o câmbio obteve 17,98% e o açúcar 0%. Na 12ª defasagem, o etanol passou para um erro de previsão de 62,69%, acompanhado do açúcar, com 18,32% e o câmbio obteve 18,98%. A partir do 18º mês, o câmbio ganha protagonismo, aumentando até a 24ª defasagem para 56,43%, enquanto o etanol diminuiu para 33,81% e o açúcar para 9,7%. Nesse cenário, o etanol torna-se menos importante, visto que no último período presente na tabela, 56,43% da variação do preço do etanol é decorrente da taxa de câmbio. Dessa forma, o preço do etanol é impactado de forma significativa quando há uma persistência da desvalorização do câmbio, isto é, as flutuações do preço do etanol respondem mais aos choques do câmbio do que a própria variável. Já o açúcar, nessa ocasião, responde mais no período de médio prazo.

Comparando as duas variáveis, percebe-se que, quando há um choque no câmbio frente ao preço do açúcar e etanol, a variável mais impactada é o preço do etanol. Sendo assim, esse cenário corrobora com a literatura, quando retrata a preferência do açúcar no setor. Viegas (2011) ressalta que a crise internacional, o aumento do preço do açúcar no mercado externo, com o aumento do preço das terras e, sobretudo, com a falta de investidores visando ampliar a quantidade de usinas no setor, são fatores fundamentais na decisão do produtor em escolher produzir mais açúcar, em relação ao etanol.

Em vista disso, para Costa, Burnquist e Guilhoto (2017), o mercado de etanol, fica dependente das oscilações do preço do açúcar, no entanto, de uma maneira mais leve. Sendo o açúcar uma grande representante no mercado externo e os preços dos produtos internos influenciam nos fatores de oferta e demanda mundial. Portanto, levando em consideração que o preço interno do açúcar é determinado pela multiplicação do preço internacional e pela taxa de câmbio, tudo o mais

constante, um aumento do preço internacional se reflete no mercado doméstico pela elevação do preço interno da commodity. De fato, este efeito deve-se sobretudo ao aumento das exportações.

Portanto, devido a retração da demanda de etanol e exportações levou-se a uma nova queda em 2021 (VIDAL, 2021). Tendo em vista essa queda acentuada, a expectativa é que o setor busque novos estímulos para o mercado de etanol, visando o seu aumento de produção. É válido salientar-se que atualmente, o estímulo à produção do etanol está relacionado com a mistura do etanol com a gasolina, que promove maior estabilidade na produção, tanto do açúcar, quanto do etanol (BOFF; 2011, VIEGAS, 2011).

Outro fator importante para o mercado do etanol foi o surgimento do RenovaBio, política voltada aos biocombustíveis que visa promover eficiência energética, minimizando as emissões de gases do efeito estufa, além de comercializar e utilizar os biocombustíveis sob a Avaliação do Ciclo de Vida – ACV, promovendo a expansão da produção desse produto no setor (BRASIL, 2017).

Portanto, as flutuações no preço internacional das commodities, como o açúcar, não afetam diretamente a inflação doméstica, mas causam mudanças significativas em outras variáveis, como a variável etanol, levando a importantes ajustes na produção econômica.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal objetivo deste estudo foi analisar o preço do açúcar doméstico e do etanol frente a um choque na taxa de câmbio. Levando em consideração que a formação do preço do etanol é decorrente da representatividade do açúcar no mercado internacional, assim como da taxa de câmbio, a pesquisa mostrou que não é apenas o etanol que sofre com as oscilações cambiais, mas o açúcar também é impactado pelo câmbio em um determinado período, isto é, quando há uma valorização real, impossibilitando de exportar quantidades consideráveis.

Do que se expõe, infere-se que um choque no preço do açúcar tem um efeito forte nas produções do setor sucroalcooleiro. Isso é observado pela representatividade do mercado do açúcar no exterior. Além disso, o estoque é um dos fatores ligados à produção de açúcar e faz parte da variação da oferta no setor (PELEGRINI, 2019).

Tendo em vista que o Brasil é o maior exportador de açúcar do mundo, quando há um choque de câmbio, há conseqüentemente um impacto no mercado doméstico do açúcar e, sobretudo, do etanol hidratado. Algumas políticas governamentais, assim como os programas voltados ao setor sucroalcooleiro, foram fundamentais no processo de estruturação do setor, principalmente para o mercado do etanol, visando a normalização e o incentivo a esse segmento, tendo em vista a preferência do açúcar no setor.

Foi possível observar que o cenário favorável do açúcar se manteve mesmo com o impacto da COVID 19 em 2020, evidenciando que a comercialização do produto foi maior quando comparado em 2019 (época que ainda não existia a pandemia). Isso mostra que, por ser um mercado de abrangência mundial, é muito difícil o setor sucroalcooleiro sofrer um forte déficit ao ponto de fechar as usinas e não conseguir mais produzir, bem como exportar. Além disso, quando comparado com o etanol, nessa mesma época, o mercado de etanol foi afetado, uma vez que a movimentação dos carros foi minimizada por conta do isolamento social.

Nesse contexto, carece de novos estudos relacionados ao impacto da COVID-19, relacionando o Brasil com outras potências mundiais, não somente para mostrar o comportamento das variáveis deste estudo, mas, sobretudo, para identificar que outras variáveis devem ser testadas para analisar seus impactos em um mercado de alta relevância mundial. A presente pesquisa utilizou apenas três variáveis, de forma que se sugere, para trabalhos futuros, a utilização de outras variáveis, como o PIB, a renda mundial, índices de produção em países exportadores e preço internacional do açúcar, visando identificar quais outras variáveis podem ter importância na mudança de preços do açúcar e etanol, face às oscilações da taxa de câmbio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, Lucilio Rogerio Aparecido. Transmissão de preços entre produtos do setor sucroalcooleiro do Estado de São Paulo. **Master's thesis, Universidade de São Paulo-Escola superior de Agricultura" Luiz de Queiroz**, 2002.

ANGELO, José Alberto; GHOBIL, Carlos Nabil; OLIVEIRA, Marli Dias Mascarenhas. **Balança Comercial dos Agronegócios Paulista e Brasileiro de 2020**. 2021. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/ftp/iea/AIA/AIA-03-2021.pdf>> Acesso em: 17 set. 2023

BINI, Dienice Ana; CANEVER, Mário Duarte; DENARDIM, Anderson Antônio. Correlation and causality between the prices of commodities and energy. **Nova Economia**, v. 25, n. 1, p. 143, 2015.

BODART, Vincent; CANDELON, Bertrand; CARPANTIER, Jean-François. Real exchanges rates, commodity prices and structural factors in developing countries. **Journal of International Money and Finance**, v. 51, p. 264-284, 2015.

BOFF, Hugo Pedro. Modeling the Brazilian ethanol market: How flex-fuel vehicles are shaping the long run equilibrium. **China-USA Business Review**, v. 10, n. 4, 2011.

BRASIL. Decreto Nº 9.308, DE 15 DE Março DE 2018 - Dispõe sobre a definição das metas compulsórias anuais de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa para a comercialização de combustíveis de que trata a Lei nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017. **DOU de 16.3.2018, 2018**. Disponível em: Acesso em: 05 Julho 2023.

BRESSER-PEREIRA, Luiz Carlos. The Dutch disease and its neutralization: a Ricardian approach. **Brazilian Journal of Political Economy**, v. 28, p. 47-71, 2008.

BUENO, Rodrigo De Losso da Silveira; INHASZ, Juliana. **Econometria de séries temporais: manual de soluções**. Cengage Learning, 2011.

CAMPOS, Silvia Kanadani. Fundamentos econômicos da formação do preço internacional de açúcar e dos preços domésticos de açúcar e etanol. **Área de Informação da Sede-Tese/dissertação (ALICE)**, 2010.

CEPEA. **INDICADOR DO AÇÚCAR CRISTAL BRANCO CEPEA/ESALQ - SÃO PAULO**. 2022. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/indicador/acucar.aspx>> Acesso em: 01 out. 2022.

CEPEA. **INDICADOR MENSAL DO ETANOL HIDRATADO COMBUSTÍVEL CEPEA/ESALQ - SÃO PAULO**. 2022. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/indicador/etanol-mensal-sp.aspx>. Acesso em: 01 out. 2022.

DA COSTA, Cinthia Cabral; BURNQUIST, Heloisa Lee; GUILHOTO, Joaquim José Martins. The Impact of Changes in Fuel Policies on the Brazilian Economy. **Economia Aplicada**, v. 21, n. 4, p. 635-657, 2017.

DE ARAÚJO, Daniel Féo Castro; SOBRINHO, Fernando Luiz Araújo. A cultura agrícola da cana-de-açúcar no Brasil: contribuição ao estudo dos territórios rurais e suas contradições e conflitos. **Geopauta**, v. 4, n. 1, p. 162-183, 2020.

DE CAMARGO BARROS, Geraldo Sant'Ana et al. Agriculture and inflation: Expected and unexpected shocks. **The Quarterly Review of Economics and Finance**, v. 83, p. 178-188, 2022.

CORCELLI, Caique. A influência do preço das commodities para a formação da taxa de câmbio: um estudo empírico para países da América latina. **Revista Cadernos de Economia**, v. 22, n. 38, p. 47-60, 2018.

DE LIMA FLORÊNCIO, Maria Cecilia Furtunato; DE SOUZA MELO, André. Exportações de milho do Brasil: o papel da taxa de câmbio. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 15, n. 2, p. 1-17, 2022.

DE MOURA, Bruno Valle. **O papel do açúcar e da gasolina na determinação dos preços de etanol no Brasil**. 2014. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro.

DE SOUZA, Severino Félix et al. Mecanismos de transmissão de preços entre os mercados domésticos e externo: uma análise sobre as exportações brasileiras de manga entre 2003 e 2013. **Embrapa Semiárido-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2016.

FAVRO, Jackelline et al. Exportações de carne de frango. **Revista de Política Agrícola**, v. 30, n. 3, p. 78, 2021.

FEIJÓ, Carmem; ARAÚJO, Eliane Cristina; BRESSER-PEREIRA, Luiz Carlos. Monetary policy in Brazil in pandemic times. **Brazilian Journal of Political Economy**, v. 42, p. 150-171, 2022.

GREENE, W. H. **Econometrics Analysis**. 6.ed. New Jersey: Pearson Education, 2008.

HUAWEI, Tian. Does gross domestic product, inflation, total investment, and exchanges rate matter in natural resources commodity prices volatility. **Resources Policy**, v. 79, p. 103013, 2022.

IPEADATA. **Taxa de câmbio - efetiva real - fabricação de coque, derivados do petróleo e biocombustível: índice (média 2010 = 100)**. 2022. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx>> Acesso em: 08 out. 2022.

JONES, Aled; HILLER, Bradley. Exploring the dynamics of responses to food production shocks. **Sustainability**, v. 9, n. 6, p. 960, 2017.

KALKUHL, Matthias; VON BRAUN, Joachim; TORERO, Maximo. Volatile and extreme food prices, food security, and policy: an overview. **Food price volatility and its implications for food security and policy**, p. 3-31, 2016.

KAPUSUZOGLU, Ayhan; ULUSOY, M. Karacaer. The interactions between agricultural commodity and oil prices: an empirical analysis. **Agricultural Economics**, v. 61, n. 9, p. 410-421, 2015.

LEITE, Rogério Cezar de Cerqueira; LEAL, Manoel Régis LV. O biocombustível no Brasil. **Novos estudos CEBRAP**, p. 15-21, 2007.

LIU, Li; TAN, Siming; WANG, Yudong. Can commodity prices forecast exchange rates?. **Energy Economics**, v. 87, p. 104719, 2020.

MACIEL, Luiz Felipe Pires. **Pass-through cambial: uma estimação para o caso brasileiro**. 2006. Tese de Doutorado.

MATHIAS, Lucca Pizzo. **Análise das variáveis econômicas impactantes na exportação brasileira de açúcar entre 1997 e 2015**. 2018.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Exportações Brasileiras de Açúcar - Comércio Exterior Brasileiro 2020**. Brasília: MAPA, 2023. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/agroenergia/acucar/comercio-exterior-brasileiro>. Acesso em: 14 jun 2023

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Exportações Brasileiras de Etanol - Comércio Exterior Brasileiro 2019**. Brasília: MAPA, 2023. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/agroenergia/etanol-comercio-exterior-brasileiro>. Acesso em: 14 jun 2023

MONTE, Edson Zambon. Influência da taxa de câmbio e da renda mundial nas exportações do estado do Espírito Santo. **Análise Econômica**, v. 33, n. 63, 2015.

NETO, Pedro Augusto Machado. Why Brazil imports so much corn-based ethanol: The role of Brazilian and American ethanol blending mandates. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 152, p. 111706, 2021.

NASTARI, Plinio Mário. O impacto da covid-19 sobre o setor de açúcar e etanol. **AgroANALYSIS**, v. 40, n. 5, p. 21-22, 2020.

NATALINI, D.; JONES, A.; BRAVO, G. Quantitative assessment of approaches to measuring likelihood of food riots in countries. **Sustainability**, v. 7, n. 4, p. 4360, 2015.

NAZLIOGLU, Saban; SOYTAS, Ugur. Oil price, agricultural commodity prices, and the dollar: A panel cointegration and causality analysis. **Energy Economics**, v. 34, n. 4, p. 1098-1104, 2012.

O'NEILL, Jim. **The Abnormality of Oil**. 2017. Disponível em: <<https://www.project-syndicate.org/commentary/oil-prices-in-2018-by-jim-o-neill-2017-11?a=&barrier=accesspaylog>> Acesso em: 23 mar. 2023.

PELEGRINI, Julio Cesar Couto. **O Efeito da variação do preço do açúcar para a indústria de insumos para bebidas de base guaraná e de cola**. 2019. Tese de Doutorado.

REZENDE, Marcelo L.; RICHARDSON, James W. Economic feasibility of sugar and ethanol production in Brazil under alternative future prices outlook. **Agricultural Systems**, v. 138, p. 77-87, 2015.

PEREIRA, Elenildes Santana; SILVA, Joaquim Ramos; MAIA, Sinézio Fernandes. Os efeitos da taxa de câmbio e dos Preços do Petróleo nos preços Internacionais das Commodities Brasileiras. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 48, n. 1, p. 131-144, 2017

PALAZZI, Rafael Baptista; MEIRA, Erick; KLOTZLE, Marcelo Cabus. The sugar-ethanol-oil nexus in Brazil: Exploring the pass-through of international commodity prices to national fuel prices. **Journal of Commodity Markets**, p. 100257, 2022.

ROACHE, Mr Shaun K. **What explains the rise in food price volatility?**. International Monetary Fund, 2010.

ROCHA, Renata Lemos; PANDOLFI, Marcos Alberto Claudio. GERAÇÃO DE RESÍDUOS NO SETOR SUCROALCOOLEIRO. **Revista Interface Tecnológica**, v. 16, n. 1, p. 384-392, 2019.

SALVO, Alberto; HUSE, Cristian. Is arbitrage tying the price of ethanol to that of gasoline? Evidence from the uptake of flexible-fuel technology. **The Energy Journal**, v. 32, n. 3, 2011.

SANTOS, VF dos; PEREIRA, M. W. G.; VIEIRA, W. da C. Transmissão de preços do milho entre os mercados externos e Internos. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL**. 2007.

SILVIA KANADANI CAMPOS; GERALDO SANTANNA DE CAMARGO BARROS; MIRIAN RUMENOS PIEDADE BACCHI, 49., 2011, Belo Horizonte - Mg. **Fundamentos econômicos da formação do preço internacional de açúcar e dos preços domésticos de açúcar e etanol**. Belo Horizonte - Mg: Sober, 2011.

SHIOJI, Etsuro. Pass-through of oil supply shocks to domestic gasoline prices: evidence from daily data. **Energy Economics**, v. 98, p. 105214, 2021.

SOUSA JR, Valdecy Caetano de et al. **pass-through do câmbio para a inflação na economia brasileira (2003-2018)**: modelos ardl. 2020.

SOUSA, Lucas Oliveira de; FERREIRA, Marcelo Dias Paes. Preço Internacional, Taxa De Câmbio E O Preço Pago Aos Produtores Brasileiros De Soja. **Revista de Economia e Agronegócio/Brazilian Review of Economics and Agribusiness**, v. 11, n. 822-2016-54273, p. 373-392, 2013.

SOUZA, Rodrigo da Silva; DE MATTOS, Leonardo B.; DE LIMA, João E. Commodity prices and the Brazilian real exchange rate. **International Journal of Finance & Economics**, v. 26, n. 2, p. 3152-3172, 2021.

STOCK, James H.; WATSON, Mark W. Vector autoregressions. **Journal of Economic perspectives**, v. 15, n. 4, p. 101-115, 2001.

STOCKL, Marcos; MOREIRA, Ricardo Ramalhete; GIUBERTI, Ana Carolina. The impact of commodities on Brazilian inflationary dynamics and the smoothing role of

the exchange rate: evidences for the CRB Index and Commodity Index Brazil. **Nova Economia**, v. 27, p. 173-207, 2017.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Foreign Agricultural Service. **Sugar: World Markets and Trade**. Washington: USDA. Disponível em: <https://usda.library.cornell.edu/concern/publications/z029p472x?locale=en>. Acesso em: 14 jun 2023.

VARTANIAN, Pedro Raffy. Choques monetários e cambiais sob regimes de câmbio flutuante nos países membros do mercosul: há indícios de convergência macroeconômica?. **Revista EconomiA**, v. 11, n. 2, p. 435-464, 2010.

VEDANA, Roberta et al. Distribuição espacial da produtividade de cana-de-açúcar no Brasil. **Revista de Política Agrícola**, v. 28, n. 4, p. 121, 2020.

VIEGAS, T. A solução para a crise do etanol: incentivos, subsídios, regulação ou defesa da concorrência. **Infopetro Etanol**, v. 20, 2011.

VIDAL, Maria de Fátima. Açúcar: **Cenário mundial e situação da produção brasileira e nordestina**. 2022.

VIDAL, Maria de Fátima. **Produção e mercado de etanol no Nordeste brasileiro**. 2021.

ANEXOS

Tabela 4 - Determinação do número de defasagens do modelo VAR

defas.	log.L	p(LR)	AIC	BIC	HQ
1	540,75436		-8,261787	-7,994409	-8,153150
2	571,13477	0,00000	-8,595856	-8,127945*	-8,405741
3	587,71313	0,00013	-8,714268*	-8,045823	-8,442675*
4	593,63713	0,22201	-8,666205	-7,797227	-8,313135
5	597,97118	0,46846	-8,593300	-7,523788	-8,158752
6	605,12894	0,11154	-8,564515	-7,294470	-8,048489
7	614,88934	0,02111	-8,576396	-7,105818	-7,978893
8	618,64844	0,58333	-8,494507	-6,823395	-7,815526
9	623,12613	0,44140	-8,423846	-6,552201	-7,663387
10	627,59944	0,44222	-8,353116	-6,280938	-7,511180
11	636,57909	0,03565	-8,352798	-6,080087	-7,429384
12	646,78363	0,01555	-8,371619	-5,898374	-7,366727
13	651,22255	0,44863	-8,300352	-5,626574	-7,213983
14	657,63367	0,17082	-8,259901	-5,385589	-7,092054
15	663,35447	0,24665	-8,208664	-5,133818	-6,959338
16	671,40391	0,06485	-8,193811	-4,918433	-6,863008
17	687,79622	0,00015	-8,309316	-4,833404	-6,897035
18	691,07303	0,68348	-8,219891	-4,543446	-6,726133
19	701,18150	0,01662	-8,237211	-4,360232	-6,661975

20	714,55183	0,00154	-8,305497	-4,227985	-6,648783
21	725,04049	0,01275	-8,328758	-4,050712	-6,590566
22	738,48325	0,00146	-8,398176	-3,919597	-6,578506
23	751,18462	0,00256	-8,456010	-3,776897	-6,554862
24	756,14168	0,35748	-8,392839	-3,513193	-6,410214

Os asteriscos abaixo indicam os melhores (isto é, os mínimos) valores dos respectivos critérios de informação. AIC = critério de Akaike, BIC = critério Bayesiano de Schwarz, e HQC = critério de Hannan-Quinn.

Autorregressão vetorial

Sistema VAR, grau de defasagem 12
 Estimativas MQO, observações 2011:01-2022:08 (T = 140)
 Log da verossimilhança = 689,51689
 Determinante da matriz de covariâncias = 1,0584529e-008
 AIC = -8,2645
 BIC = -5,9322
 HQC = -7,3167
 Teste Portmanteau: LB(35) = 259,276, gl = 207 [0,0079]

Equação 1: I_CAMBIO

	<i>Coefficiente</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>razão-t</i>	<i>p-valor</i>	
const	0,583945	0,261865	2,230	0,0279	**
I_CAMBIO_1	1,38187	0,106072	13,03	<0,0001	***
I_CAMBIO_2	-0,547268	0,173792	-3,149	0,0021	***
I_CAMBIO_3	0,0810760	0,182018	0,4454	0,6569	
I_CAMBIO_4	0,0101832	0,185205	0,05498	0,9563	
I_CAMBIO_5	0,110130	0,184605	0,5966	0,5521	
I_CAMBIO_6	0,00760825	0,184061	0,04134	0,9671	
I_CAMBIO_7	-0,174266	0,183942	-0,9474	0,3457	
I_CAMBIO_8	0,241916	0,184530	1,311	0,1928	
I_CAMBIO_9	-0,0371783	0,185478	-0,2004	0,8415	
I_CAMBIO_10	-0,406088	0,186333	-2,179	0,0316	**
I_CAMBIO_11	0,383021	0,176499	2,170	0,0323	**
I_CAMBIO_12	-0,128608	0,108927	-1,181	0,2404	
I_ACUCAR_1	-0,0802427	0,112813	-0,7113	0,4785	
I_ACUCAR_2	0,223733	0,205596	1,088	0,2790	
I_ACUCAR_3	-0,266921	0,224523	-1,189	0,2372	
I_ACUCAR_4	0,183075	0,228060	0,8027	0,4240	
I_ACUCAR_5	-0,239190	0,229330	-1,043	0,2994	
I_ACUCAR_6	0,129048	0,228972	0,5636	0,5743	
I_ACUCAR_7	0,0294716	0,217469	0,1355	0,8925	
I_ACUCAR_8	-0,0869856	0,190003	-0,4578	0,6481	
I_ACUCAR_9	0,133534	0,163582	0,8163	0,4162	
I_ACUCAR_10	-0,244309	0,157912	-1,547	0,1249	
I_ACUCAR_11	0,336975	0,148260	2,273	0,0251	**
I_ACUCAR_12	-0,173645	0,0872391	-1,990	0,0492	**
I_ETANOL_1	-0,0852357	0,0756593	-1,127	0,2625	
I_ETANOL_2	0,243735	0,0976816	2,495	0,0142	**

I_ETANOL_3	-0,157903	0,106624	-1,481	0,1417	
I_ETANOL_4	0,0652463	0,114577	0,5695	0,5703	
I_ETANOL_5	-0,0597431	0,114674	-0,5210	0,6035	
I_ETANOL_6	0,171154	0,114056	1,501	0,1365	
I_ETANOL_7	-0,204601	0,116874	-1,751	0,0830	*
I_ETANOL_8	0,148679	0,117085	1,270	0,2070	
I_ETANOL_9	0,0312405	0,113994	0,2741	0,7846	
I_ETANOL_10	-0,199676	0,105870	-1,886	0,0621	*
I_ETANOL_11	0,0257624	0,103403	0,2491	0,8037	
I_ETANOL_12	0,0685087	0,0753579	0,9091	0,3654	
Média var. dependente	4,801913	D.P. var. dependente	0,179659		
Soma resid. quadrados	0,284871	E.P. da regressão	0,052590		
R-quadrado	0,936506	R-quadrado ajustado	0,914314		
F(36, 103)	42,19990	P-valor(F)	3,81e-47		
rô	0,005719	Durbin-Watson	1,985895		

Testes-F com zero restrições:

Todas as defasagens de I_CAMBIO $F(12, 103) = 95,219 [0,0000]$

Todas as defasagens de I_ACUCAR $F(12, 103) = 0,9861 [0,4672]$

Todas as defasagens de I_ETANOL $F(12, 103) = 1,3724 [0,1912]$

Todas as variáveis, defasagem 12F(3, 103) = 1,9935 [0,1196]

Equação 2: I_ACUCAR

	<i>Coefficiente</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>razão-t</i>	<i>p-valor</i>	
const	-0,0076338	0,227980	-0,03348	0,9734	
3					
I_CAMBIO_1	0,0893003	0,0923460	0,9670	0,3358	
I_CAMBIO_2	-0,0922352	0,151303	-0,6096	0,5435	
I_CAMBIO_3	-0,0014995	0,158465	-0,009463	0,9925	
7					
I_CAMBIO_4	0,205141	0,161239	1,272	0,2061	
I_CAMBIO_5	-0,278277	0,160718	-1,731	0,0864	*
I_CAMBIO_6	0,208281	0,160243	1,300	0,1966	
I_CAMBIO_7	-0,120008	0,160140	-0,7494	0,4553	
I_CAMBIO_8	0,0869659	0,160652	0,5413	0,5894	
I_CAMBIO_9	-0,0928972	0,161477	-0,5753	0,5663	
I_CAMBIO_10	0,0256649	0,162222	0,1582	0,8746	
I_CAMBIO_11	0,0580301	0,153660	0,3777	0,7065	
I_CAMBIO_12	-0,0211425	0,0948316	-0,2229	0,8240	
I_ACUCAR_1	1,53501	0,0982152	15,63	<0,0001	***
I_ACUCAR_2	-0,919256	0,178992	-5,136	<0,0001	***
I_ACUCAR_3	0,465366	0,195470	2,381	0,0191	**
I_ACUCAR_4	-0,386044	0,198549	-1,944	0,0546	*
I_ACUCAR_5	0,416106	0,199655	2,084	0,0396	**
I_ACUCAR_6	-0,144916	0,199343	-0,7270	0,4689	

I_ACUCAR_7	0,0272799	0,189329	0,1441	0,8857	
I_ACUCAR_8	-0,170473	0,165417	-1,031	0,3052	
I_ACUCAR_9	0,0922952	0,142415	0,6481	0,5184	
I_ACUCAR_10	0,153027	0,137478	1,113	0,2683	
I_ACUCAR_11	-0,0500982	0,129075	-0,3881	0,6987	
I_ACUCAR_12	-0,0991253	0,0759505	-1,305	0,1948	
I_ETANOL_1	0,205723	0,0658691	3,123	0,0023	***
I_ETANOL_2	-0,347228	0,0850417	-4,083	<0,0001	***
I_ETANOL_3	0,369568	0,0928269	3,981	0,0001	***
I_ETANOL_4	-0,150699	0,0997511	-1,511	0,1339	
I_ETANOL_5	-0,0026169	0,0998353	-0,02621	0,9791	
	4				
I_ETANOL_6	-0,152529	0,0992975	-1,536	0,1276	
I_ETANOL_7	0,152700	0,101751	1,501	0,1365	
I_ETANOL_8	0,0441428	0,101935	0,4331	0,6659	
I_ETANOL_9	-0,0430324	0,0992430	-0,4336	0,6655	
I_ETANOL_10	-0,0260995	0,0921704	-0,2832	0,7776	
I_ETANOL_11	0,0658563	0,0900230	0,7315	0,4661	
I_ETANOL_12	-0,0626649	0,0656066	-0,9552	0,3417	

Média var. dependente	4,231916	D.P. var. dependente	0,331858
Soma resíd. quadrados	0,215917	E.P. da regressão	0,045785
R-quadrado	0,985895	R-quadrado ajustado	0,980965
F(36, 103)	199,9850	P-valor(F)	2,01e-80
rô	-0,039331	Durbin-Watson	2,073046

Testes-F com zero restrições:

Todas as defasagens de I_CAMBIO $F(12, 103) = 0,75804 [0,6916]$

Todas as defasagens de I_ACUCAR $F(12, 103) = 124,77 [0,0000]$

Todas as defasagens de I_ETANOL $F(12, 103) = 3,0019 [0,0012]$

Todas as variáveis, defasagem 12 $F(3, 103) = 1,1091 [0,3490]$

Equação 3: I_ETANOL

	<i>Coefficiente</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>razão-t</i>	<i>p-valor</i>	
const	-1,34245	0,382329	-3,511	0,0007	***
I_CAMBIO_1	-0,141263	0,154867	-0,9122	0,3638	
I_CAMBIO_2	0,00467716	0,253740	0,01843	0,9853	
I_CAMBIO_3	0,216427	0,265751	0,8144	0,4173	
I_CAMBIO_4	-0,0240087	0,270403	-0,08879	0,9294	
I_CAMBIO_5	-0,183038	0,269528	-0,6791	0,4986	
I_CAMBIO_6	0,239654	0,268733	0,8918	0,3746	
I_CAMBIO_7	-0,0784746	0,268559	-0,2922	0,7707	
I_CAMBIO_8	0,0273996	0,269418	0,1017	0,9192	
I_CAMBIO_9	-0,235273	0,270801	-0,8688	0,3870	

I_CAMBIO_10	0,342875	0,272050	1,260	0,2104	
I_CAMBIO_11	-0,105870	0,257693	-0,4108	0,6820	
I_CAMBIO_12	0,147644	0,159035	0,9284	0,3554	
I_ACUCAR_1	0,434332	0,164710	2,637	0,0097	***
I_ACUCAR_2	-0,420142	0,300175	-1,400	0,1646	
I_ACUCAR_3	0,268184	0,327808	0,8181	0,4152	
I_ACUCAR_4	-0,287167	0,332972	-0,8624	0,3905	
I_ACUCAR_5	0,224889	0,334827	0,6717	0,5033	
I_ACUCAR_6	-0,119262	0,334304	-0,3567	0,7220	
I_ACUCAR_7	-0,260941	0,317510	-0,8218	0,4131	
I_ACUCAR_8	0,314711	0,277408	1,134	0,2592	
I_ACUCAR_9	-0,143910	0,238834	-0,6026	0,5481	
I_ACUCAR_10	0,211811	0,230555	0,9187	0,3604	
I_ACUCAR_11	-0,216694	0,216462	-1,001	0,3191	
I_ACUCAR_12	0,0954063	0,127371	0,7490	0,4555	
I_ETANOL_1	0,868939	0,110464	7,866	<0,0001	***
I_ETANOL_2	-0,378907	0,142617	-2,657	0,0091	***
I_ETANOL_3	0,396357	0,155673	2,546	0,0124	**
I_ETANOL_4	-0,177456	0,167285	-1,061	0,2913	
I_ETANOL_5	0,0408878	0,167427	0,2442	0,8076	
I_ETANOL_6	-0,163338	0,166525	-0,9809	0,3290	
I_ETANOL_7	0,226003	0,170639	1,324	0,1883	
I_ETANOL_8	0,00930920	0,170947	0,05446	0,9567	
I_ETANOL_9	-0,148701	0,166433	-0,8935	0,3737	
I_ETANOL_10	0,123931	0,154572	0,8018	0,4245	
I_ETANOL_11	0,0128754	0,150971	0,08528	0,9322	
I_ETANOL_12	0,00355699	0,110024	0,03233	0,9743	
Média var. dependente	0,460972	D.P. var. dependente	0,322437		
Soma resid. quadrados	0,607250	E.P. da regressão	0,076783		
R-quadrado	0,957979	R-quadrado ajustado	0,943292		
F(36, 103)	65,22703	P-valor(F)	3,25e-56		
rô	0,005682	Durbin-Watson	1,980881		

Testes-F com zero restrições:

Todas as defasagens de I_CAMBIO $F(12, 103) = 1,4587 [0,1522]$
 Todas as defasagens de I_ACUCAR $F(12, 103) = 1,2811 [0,2409]$
 Todas as defasagens de I_ETANOL $F(12, 103) = 20,998 [0,0000]$
 Todas as variáveis, defasagem 12 $F(3, 103) = 0,45703 [0,7129]$

Para o sistema como um todo

Hipótese nula: a maior defasagem é 11

Hipótese alternativa: a maior defasagem é 12

Teste de razão de verossimilhança: Qui-quadrado(9) = 13,6381 [0,1358]

Função Impulso Resposta

