

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

*The effect of the exchange rate on the domestic price of sugar
and ethanol in Brazil in the period from 2010 to 2022*

*El efecto del tipo de cambio sobre el precio interno del azúcar y
del etanol en Brasil de 2010 a 2022*

DOI: 10.48075/igepec .29i1.34187

Leandro de Sousa Floriano
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

André de Souza Melo
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

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

The effect of the exchange rate on the domestic price of sugar and ethanol in Brazil in the period from 2010 to 2022

El efecto del tipo de cambio sobre el precio interno del azúcar y del etanol en Brasil de 2010 a 2022

Leandro de Sousa Floriano¹

André de Souza Melo²

Resumo: O propósito deste artigo é analisar a relevância do câmbio no setor sucroalcooleiro brasileiro, dada a importância econômica das commodities etanol e açúcar. Estes produtos têm um papel de destaque no mercado nacional e posicionam o Brasil como um dos maiores exportadores globais dessas commodities, o que torna essencial um estudo aprofundado sobre as influências cambiais nesse setor estratégico. O trabalho teve como objetivo principal analisar o efeito do choque da taxa de câmbio no preço doméstico do açúcar e do etanol entre o período de 2010 a 2022. A metodologia utilizada foi realizada através do modelo de Vetores Autorregressivos (VAR). Foi possível evidenciar que o etanol foi a variável mais impactada frente às oscilações cambiais e o açúcar, mesmo com algumas oscilações, se manteve resiliente tanto no mercado doméstico, quanto no mercado internacional. Mesmo diante dos impactos mundiais, como a COVID-19 que teve início em 2020, o açúcar não foi impactado fortemente no mercado doméstico, diferentemente do etanol.

Palavras-chave: Taxa de câmbio; Preço do açúcar; Preço do etanol.

Abstract: The purpose of this article is to analyze the relevance of exchange rates in the Brazilian sugar and ethanol sector, given the economic importance of the commodities ethanol and sugar. These products play a prominent role in the national market and position Brazil as one of the largest global exporters of these commodities, which makes an in-depth study of exchange rate influences in this strategic sector essential. 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 2010 and 2022. The methodology used was carried out using the Vector Autoregressive (VAR) model. It was possible to show that ethanol was the variable most impacted by exchange rate fluctuations and sugar, despite some fluctuations, remained resilient both in the domestic and international markets. Even in the face of global impacts, such as COVID-19 that began in 2020, sugar was not strongly impacted in the domestic market, unlike ethanol.

Keywords: Exchange rate; Sugar Price; Ethanol Price.

Resumen El objetivo de este artículo es analizar la relevancia de los tipos de cambio en el sector azucarero y alcohólico brasileño, dada la importancia económica del etanol y los commodities azucareros. Estos productos desempeñan un papel destacado en el mercado nacional y posicionan a Brasil como uno de los mayores exportadores mundiales de estos commodities, lo que hace esencial un estudio en profundidad de las influencias del tipo de cambio en este sector estratégico. El principal objetivo del trabajo fue analizar el efecto del shock cambiario sobre el precio interno del azúcar y el etanol entre el período 2010 y 2022. La metodología utilizada se realizó mediante el modelo Vector Autoregresivo (VAR). Se pudo demostrar que el etanol fue la variable más impactada por las fluctuaciones del tipo de cambio y el azúcar, a pesar de algunas fluctuaciones, se mantuvo resistente tanto en el mercado interno como en el internacional. Incluso ante impactos globales, como el COVID-

¹ Mestre em Administração e Desenvolvimento - UFRPE. E-mail: leandroflosf@gmail.com

² Professor Associado do Departamento de Economia da Universidade Federal Rural de Pernambuco. E-mail: andredesouzam@gmail.com

19 que comenzó en 2020, el azúcar no se vio fuertemente afectado en el mercado interno, a diferencia del etanol.

Palabras clave: Tipo de cambio; Precio del Azúcar; Precio del etanol.

INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é uma das principais culturas do meio agrícola na economia. A origem da produção foi iniciada no período colonial, sendo o Brasil o maior exportador do mundo, principalmente pelo açúcar. O açúcar e o álcool são produtos indispensáveis para a economia no mundo, o primeiro é primordial para o consumo humano e o segundo usado como fonte alternativa ao combustível fóssil e para a fabricação de bebidas alcoólicas (Rocha; Pandolfi, 2019).

Durante o período de investimentos e incentivos públicos voltados para a diversificação agrícola e econômica no Brasil, o Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA) foi criado como parte das iniciativas de intervenção governamental na agroindústria canavieira. O instituto foi estabelecido a pedido dos usineiros, principalmente do Nordeste, em resposta a uma crise de superprodução. Como medida imediata de incentivo, o governo de Getúlio Vargas promulgou o Decreto nº 19.717, em 1931, que determinava a mistura obrigatória de 5% de álcool à gasolina importada, além de exigir que os veículos de órgãos públicos utilizassem combustível com ao menos 10% de álcool. Adicionalmente, foram isentos impostos e taxas de importação para materiais necessários ao desenvolvimento tecnológico das destilarias existentes (CPDOC/FGV, 2021).

No entanto, a porcentagem de 5% de álcool misturado à gasolina variou ao longo do tempo devido a mudanças nas diretrizes energéticas do país e às flutuações dos preços no mercado externo. Essa mistura era implementada pelo governo apenas quando os preços do açúcar no mercado externo, bem como do melaço e da aguardente no mercado interno, estavam abaixo das expectativas dos produtores (Baccarin, 2011; Santos, Valle, Giannini, 2000).

Posteriormente, no início da década de 1970, o mercado de açúcar manteve-se estável, mas logo depois, houve um aumento nos preços devido ao aquecimento do mercado. Entretanto, com a entrada de novos competidores no mercado de commodities, os preços do açúcar, que mais que dobraram até 1974, voltaram a cair em 1978 (Campos, 2010; Baccarin, 2011). Além disso, o primeiro choque do petróleo impulsionou a criação do Programa Nacional do Alcool (Proálcool), resultando na participação de novos órgãos nas decisões setoriais.

Inicialmente, foi instituída a Comissão Nacional do Alcool, e, em 1979, suas funções foram divididas entre o Conselho Nacional do Alcool (CNAL), responsável por formular a política e estabelecer diretrizes, e a Comissão Executiva Nacional do Alcool (CENAL), encarregada da execução da política alcooleira. Os incentivos do programa foram agrupados em três categorias: (i) financiamento para investimentos agrícolas e industriais e para custeio com taxas de juros negativas ou subsidiadas; (ii) fixação do preço do etanol acima de seu custo de produção; (iii) aumento gradual do percentual de etanol anidro misturado à gasolina, que chegou a 22% em 1985 (Baccarin, 2011).

De acordo com Da Costa (2014), os choques nos preços das commodities podem influenciar a taxa de inflação doméstica de duas maneiras distintas. A primeira delas é através dos efeitos de primeira ordem, onde as oscilações nos preços internacionais das commodities são diretamente repassadas para os preços locais. Como as commodities são produtos homogêneos e transacionados internacionalmente, é esperado que seus preços sigam localmente as cotações internacionais. Assim, parte dessas oscilações externas nos preços pode ser refletida na taxa de inflação local, especialmente considerando que as commodities compõem uma parte significativa da cesta de consumo dos indivíduos.

Por outro lado, existem os efeitos de segunda ordem, que ocorrem de forma indireta. Nesse caso, os preços dos bens que utilizam as commodities como insumo tendem a aumentar, refletindo indiretamente os choques nos preços das commodities. Este impacto secundário pode ser avaliado através do núcleo da inflação, que geralmente exclui produtos, serviços e bens com comportamento volátil, como os preços das commodities (Da Costa, 2014).

Em uma economia aberta, a taxa de câmbio desempenha um papel crucial, influenciando não apenas as exportações, mas também os saldos comerciais, a inflação e os preços relativos. Essa variável impacta diretamente a alocação de recursos na economia, especialmente no setor sucroalcooleiro (Fernandez, 2020). A evolução histórica da balança comercial agrícola do Brasil reflete a interação de fatores internos e externos, sendo diretamente influenciada pelos objetivos da política comercial brasileira (Braun, 2004).

A economia brasileira, altamente visível no mercado internacional de produtos agrícolas, está exposta às flutuações dos preços externos e da taxa de câmbio. Como resultado, os preços domésticos são significativamente impactados por mudanças nos preços globais (Santos et al., 2007).

No contexto do setor sucroalcooleiro, a alta na taxa de câmbio torna o mercado internacional de açúcar mais atraente. Isso leva as usinas a aumentarem sua produção de açúcar voltada para exportação, reduzindo a oferta de etanol no mercado interno. Consequentemente, a menor produção de etanol eleva o preço desse combustível, evidenciando o impacto indireto do câmbio sobre o preço do etanol (Mathias, 2018).

Neste sentido, a relação entre a taxa de câmbio e os preços domésticos do açúcar e do etanol no Brasil tem sido objeto de interesse significativo entre economistas, pesquisadores e formuladores de políticas. Com a economia brasileira cada vez mais integrada aos mercados internacionais, as flutuações na taxa de câmbio podem ter efeitos significativos sobre a competitividade dos produtores, a inflação interna e o bem-estar dos consumidores. Nesse contexto, Burnquist, Silveira e Rodrigues (2004) destacam que o elevado volume de exportações açucareiras do Brasil contribuiu para manter o comércio internacional competitivo, mesmo quando os preços internos são mais altos. Assim, o impacto da taxa de câmbio sobre os preços domésticos torna-se um fator crucial para a análise econômica do setor. Este artigo se propõe a examinar mais profundamente como as flutuações na taxa de câmbio podem influenciar os preços domésticos do açúcar e do etanol no Brasil. Ao entender melhor essas dinâmicas, pode-se identificar desafios e oportunidades para o setor sucroalcooleiro e para a economia brasileira, contribuindo assim para o desenvolvimento de políticas mais eficazes e estratégias de gestão mais robustas.

2 – REVISÃO DA LITERATURA

O período denominado Próetanol teve início com a desregulamentação do setor sucroalcooleiro, marcada pela liberalização dos preços dos produtos da cana-de-açúcar e pela entrada de investimentos externos, resultantes da abertura comercial. Essas mudanças, juntamente com transformações institucionais, fortaleceram as organizações do setor, que passaram a atuar com mais transparência e a adotar diretrizes estratégicas para buscar melhores alternativas de desenvolvimento. Dessa forma, as cadeias produtivas, que antes desempenhavam um papel secundário, passaram a ser protagonistas nas decisões em prol do setor (Tonin; Tonin, 2014).

Nesse cenário, o processo de internacionalização do setor sucroalcooleiro foi impulsionado pela motivação das empresas multinacionais em diversificar seus investimentos, explorando as vantagens comparativas e competitivas da produção de etanol em novas fronteiras e na formação de mercados consumidores. No entanto, após o contrachoque do petróleo, a intervenção do governo não conseguiu sustentar o mercado previamente criado, e a produção de etanol passou a ser influenciada pelas decisões estatais. Além disso, a crise econômica da década de 1980, marcada pelo endividamento externo, aumento da inflação, elevação dos preços do açúcar e redução do preço do petróleo, colocou em dúvida a sustentabilidade do Proálcool, contribuindo para um reposicionamento governamental no setor, processo conhecido como desregulamentação, iniciado com a extinção do Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA) em 1990.

Defante, Vilpoux e Sauer (2018) afirmam que a escassez de açúcar no mercado internacional em 2016 e início de 2017 favoreceu a produção de açúcar em detrimento do etanol, impactando negativamente as empresas que transformam menos de 25% de sua matéria-prima em açúcar. Além disso, a queda nos preços da energia elétrica no mercado *spot* reduziu o interesse pela comercialização de energia fora dos contratos, prática comum nas usinas, o que pode agravar ainda mais a situação das empresas do setor.

Diante da redução dos preços internacionais do açúcar e da crise econômica global subsequente, o Estado percebeu a necessidade de considerar uma mudança na matriz energética nacional, visando substituir gradativamente a gasolina pelo álcool. Para promover essa transição e reduzir a dependência de combustíveis importados, o governo intensificou suas políticas energéticas, incentivando ainda mais o uso do álcool como combustível (Carrijo, 2008).

A compreensão das relações complexas entre commodities, flutuações cambiais e políticas governamentais é essencial para entender os desafios e oportunidades enfrentados pelo setor sucroalcooleiro brasileiro. Souza e Mattos (2021) destacam como os choques de preços das commodities podem afetar diretamente a economia nacional, especialmente quando combinados com mudanças na taxa de câmbio real. Esses fatores têm implicações significativas no mercado interno, como apontado por Florêncio e Melo (2022), onde, em um mercado de concorrência perfeita, quando a demanda é maior do que a oferta, a expectativa é que haja a elevação dos preços.

O estudo de Barros (2022) revela uma interação significativa entre os preços internacionais de commodities, taxa de câmbio doméstica e preços agrícolas. 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% desse aumento, de maneira que o preço agrícola aumentaria a diferença entre esses dois valores (3,6%) e o preço do comprador a inflação aumentaria cerca de 2%. Sendo assim, as flutuações no preço internacional das commodities não afetam diretamente a inflação doméstica, mas causam mudanças importantes, levando a importantes ajustes na produção econômica.

Além dos fatores externos, aspectos internos, como logística e competitividade, desempenham um papel fundamental na determinação da posição do Brasil no mercado global de commodities, como discutido por Monte (2015). Nakatani (2018) argumenta que choques negativos nos preços das commodities podem desencadear crises no balanço de pagamentos, destacando a importância das políticas cambiais na gestão dessas crises.

Babcock, Agroicone e Peng (2013) apontam que a produção de etanol no Brasil tem enfrentado estagnação devido à falta de investimentos em novas e existentes

plantações de cana-de-açúcar, além dos altos preços do açúcar no mercado internacional, que tornam sua produção mais lucrativa do que a de etanol. Neto (2021) destaca que, se não fossem os mandatos de mistura, a produção de açúcar pelas empresas brasileiras seria significativamente maior, visto que as decisões de produção de etanol estão subordinadas às de açúcar, nessa perspectiva, a tomada de decisão para produzir etanol está sujeita ao açúcar. Vale frisar que a quantidade ofertada de um produto é influenciada por diversas variáveis, tais como os níveis de preços no mercado interno e externo, o custo dos insumos, a tecnologia empregada, bem como a relação entre os preços do álcool e do açúcar, considerando que as indústrias podem escolher entre produzir um ou outro conforme a expectativa de retorno (Dias; Alves; Shikida, 2009).

Balcombe e Rapsomanikis (2008) afirmam que a cana-de-açúcar será direcionada para a produção de etanol quando o custo de produção do etanol for menor que o preço da gasolina e o valor marginal da cana no mercado de biocombustíveis superar o do mercado de açúcar, o que, por sua vez, eleva o custo marginal do açúcar. No entanto, essa situação dificilmente ocorre de forma espontânea, razão pela qual os governos buscam incentivar a produção de etanol. Apesar de a diversificação de produtos proporcionar vantagens ao cultivo da cana-de-açúcar, o setor ainda enfrenta desafios. As usinas precisam lidar com dilemas relacionados à maximização de receitas, pois é necessário definir um modelo de negócios focado apenas na produção de açúcar ou etanol, o que, pode facilitar a gestão devido à menor complexidade envolvida (Cunha; Pasqualetto, 2022).

Dihel (2012) aponta que, após a liberalização da produção de etanol no final da década de 1990, o Brasil apoiou o setor com medidas como menor tributação em relação à gasolina e o mandato de maior taxa de mistura de etanol do mundo. No entanto, a política governamental de controle dos preços da gasolina para combater a inflação desencorajou investimentos em novas usinas de etanol, já que preços mais baixos da gasolina reduziram a atratividade do etanol para os consumidores. Em 2011, os preços do etanol estavam 23,7% abaixo do previsto.

Por exemplo, políticas específicas para o mercado do etanol têm impacto direto na dinâmica de preços do açúcar e do etanol, influenciando a competitividade do setor sucroalcooleiro brasileiro (Rezende, 2015; Vidal, 2021). Nesse contexto, medidas adaptativas se tornam essenciais para promover o desenvolvimento econômico sustentável. A compreensão dessas interconexões entre política governamental, mercado de commodities e flutuações cambiais é importante para garantir a estabilidade econômica e ambiental do país. Compreender melhor essa relação é essencial para o desenvolvimento de políticas adaptativas que possam melhorar tanto a saúde econômica quanto a sustentabilidade ambiental do país, conforme argumentado por Lima (2019).

A pesquisa realizada por Palazzi (2022) destaca a influência dos preços do petróleo sobre os preços do etanol, enquanto Mathias (2018) ressalta a relação direta entre o preço do etanol e a taxa de câmbio. Esses fatores são fundamentais para entender como as decisões de produção e exportação são moldadas por fatores econômicos e políticos. Quando se trata do açúcar, Mathias (2018) mostra no seu estudo que, como uma commodity, o açúcar possui um preço uniforme no mercado internacional, sendo influenciado pela demanda global e tornando-se altamente dependente da taxa de câmbio. Em comparação, o preço do etanol, que é comercializado no mercado interno, tende a ser menos afetado por essas variações. Estudos indicam que a taxa de câmbio é um fator significativo para o preço do açúcar, enquanto o etanol apresenta um coeficiente maior em relação ao preço do açúcar.

As exportações brasileiras, fortemente influenciadas por commodities, enfrentam uma série de fatores exógenos que moldam os termos de troca e as flutuações cambiais. Souza e Mattos (2021) destacam como esses choques de preços das commodities afetam a economia nacional, especialmente durante períodos de alta volatilidade. Lima (2019) descreve que isso é particularmente relevante considerando a alta elasticidade-preço das commodities em tempos de crise.

Furlong e Ingenito (1996) também abordaram esse efeito de segunda ordem, destacando que os choques nas cotações das commodities não apenas provocam aumento direto nos preços das commodities internamente, mas também têm um efeito indireto sobre os preços dos produtos finais relacionados a essas commodities, impactando nos produtos comercializados internamente.

3 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

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 trata-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.

$$\gamma_{\tau} + \sum_{j=1}^{\rho} \beta_j \gamma_{\tau-j} + \sum_{j=1}^{\rho} \delta_j z_{\tau-j} + \epsilon_{\tau}$$

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

$$\begin{array}{l} \text{Câmbio} \\ \text{Açúcar} \\ \text{Etanol} \end{array} = \begin{array}{ccc} 1 & 0 & 0 \\ \alpha_{21} & 1 & 0 \\ \alpha_{31} & \alpha_{32} & 1 \end{array} \begin{array}{l} \text{Câmbio}_{t\text{choque}} \\ \text{Açúcar}_{t\text{choque}} \\ \text{Etanol}_{t\text{choque}} \end{array}$$

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

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

Diante da equação acima define-se que A_1 é uma matriz ($K \times K$) de coeficientes das variáveis que explicam o $i = 1, \dots, p$ defasagens; D_{τ} é um vetor ($M \times 1$) de variáveis que envolve constante, tendência e variáveis *dummies*. O c representa a matriz ($K \times M$) de coeficientes dos repressores e u_{τ} é visto como um vetor ($K \times 1$) de resíduos de ruído branco com covariância $E(u_{\tau} u_{\tau}^t) = \Sigma_u$.

3.1 – 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.

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. A presente pesquisa levou em consideração o período de janeiro de 2010 a julho de 2022.

Quadro 1 - Variáveis e siglas 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	Ipeadata/Bacen (2022)

Fonte: Elaboração própria (2023).

As séries também apresentam sazonalidade, e no modelo todas as análises econométricas foram realizadas com as séries expressas em logaritmos naturais, por isso, o L contido nas siglas correspondem ao 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

Nota: *significância de 10%, **significância de 5%, ***significância de 1%. Preço do açúcar e do etanol com constante, tendência e dummy sazonal. Câmbio com constante e dummy sazonal. Variáveis estão 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 – IDENTIFICAÇÃO DO MODELO VAR FUNÇÃO IMPULSO-RESPOSTA

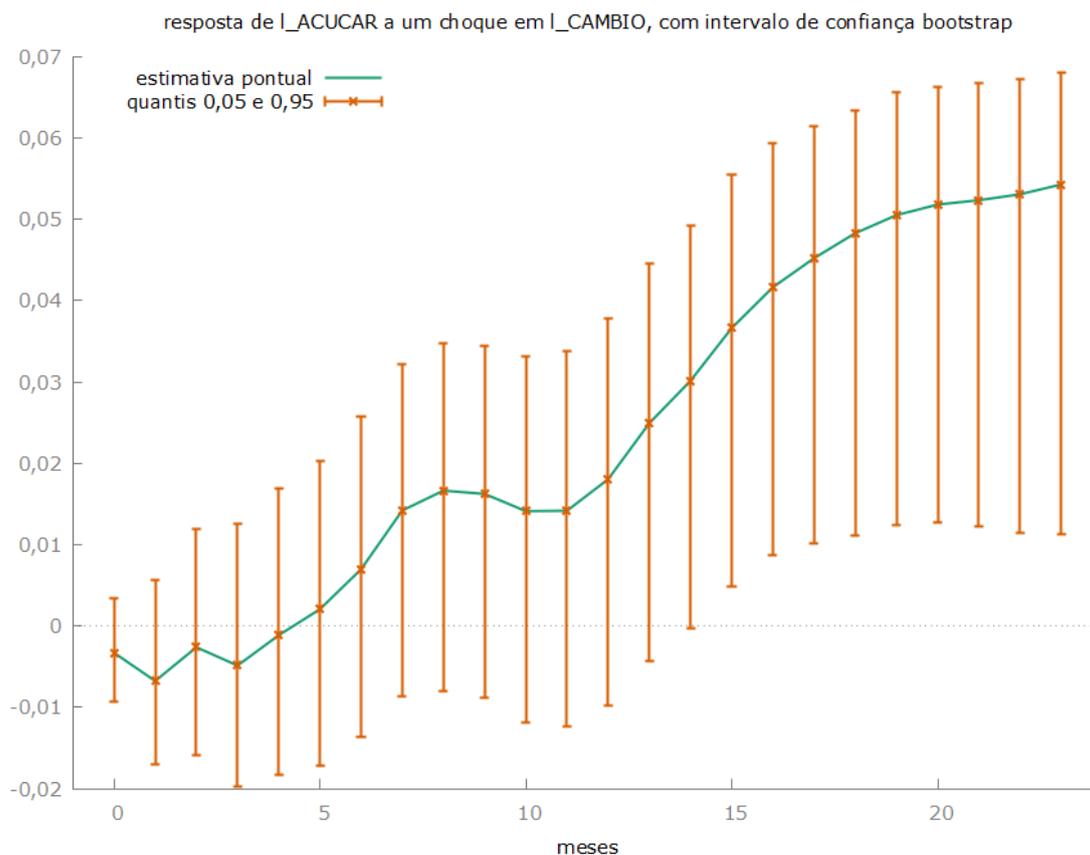
Com o objetivo de definir o número de defasagens do modelo VAR, foram realizados os testes de Akaike (AIC) e Hannan-Quinn (HQ), que indicam três defasagens, enquanto o critério BIC indica apenas uma defasagem. No entanto, dados os resultados de AIC e HQ, preferiu-se utilizar três defasagens.

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.

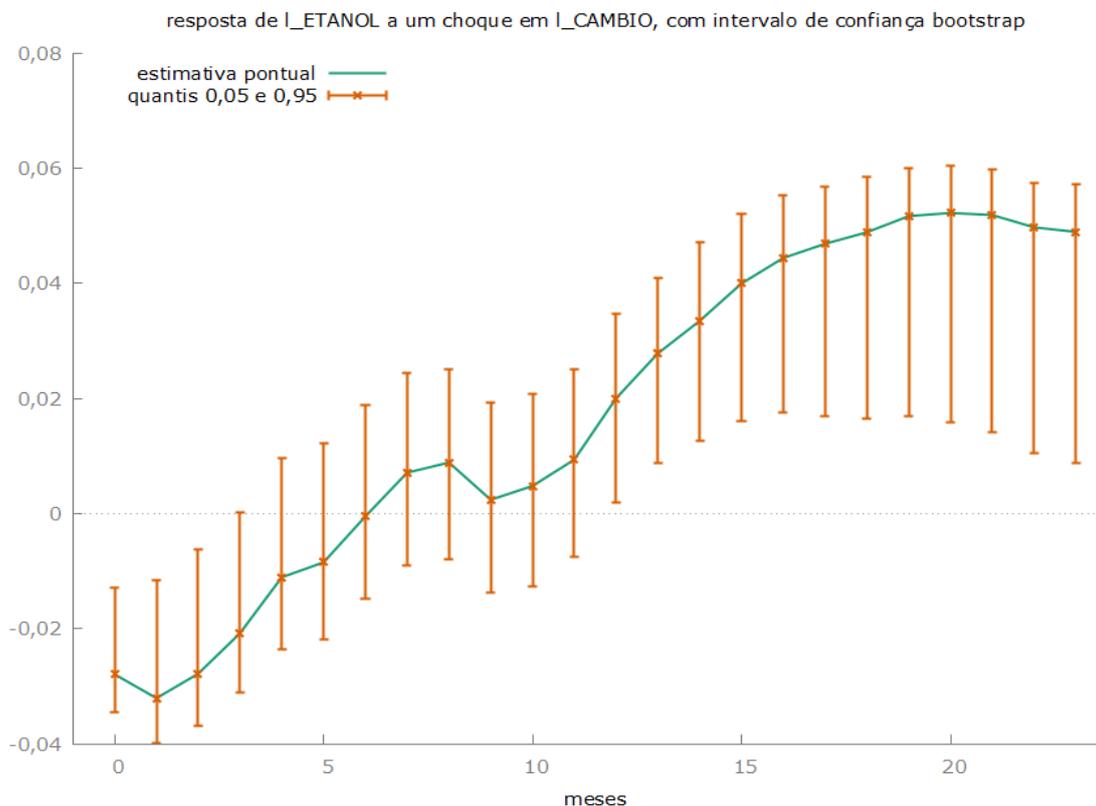
Tendo em vista o ordenamento das variáveis, as figuras 2 e 3 apresentam a função impulso-resposta para preços do açúcar e do etanol, quando ocorre um choque na taxa de câmbio. Vale ressaltar que a análise, realizada a partir da função impulso-resposta, destina-se a verificar o efeito dos choques em uma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

Figura 2 - Análise do impulso resposta: Açúcar x Câmbio



Fonte: Elaboração própria (2023).

Figura 3 - Análise do impulso resposta: Etanol x Câmbio



Fonte: Elaboração própria (2023).

A função de resposta ao impulso do presente modelo, mostra nos gráficos acima as respostas das variáveis preço doméstico do açúcar e preço do etanol hidratado, levando em consideração um choque da variável câmbio no preço dessas duas commodities.

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.

4.3 – 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	99,3016	0,0000
6	0,134383	0,5117	92,5159	6,9724
12	0,176892	4,1065	86,1107	9,7829
18	0,216475	17,6385	70,1597	12,2018
24	0,255217	37,3797	51,0705	11,5498

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados extraídos

No Período 1, para o preço do açúcar, quando ocorre um choque do erro de previsão, é possível observar que 99,3% está associados a choques do próprio açúcar, enquanto 0,69% está associado ao câmbio e 0% ao etanol. Após 12 períodos, o choque associado ao açúcar passou para 86,11% e, em contraste à primeira análise, o etanol mostrou-se crescente, passando para 9,78%. No 24º período, a participação do açúcar se manteve em comportamento decrescente, passando para 51,07%, enquanto o câmbio elevou-se para 37,37%. Por fim, o etanol manteve-se estável, aumentando somente dois pontos percentuais quando comparado à 12º 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	3,7047	78,3062
6	0,126208	20,1398	27,1614	52,6988
12	0,13489	18,9891	30,9794	50,0316
18	0,174156	38,0112	25,1210	36,8677
24	0,218286	56,4381	16,1990	27,3629

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados extraídos

A decomposição do erro de previsão do etanol mostra-se diferente em relação ao açúcar. No primeiro momento, o etanol representou 78,30% do erro de previsão, enquanto o câmbio obteve 17,98% e o açúcar 3,70%. Na 12^a defasagem, o etanol passou para um erro de previsão de 50,03%, acompanhado do açúcar, com 30,97% e o câmbio obteve 18,98%. No 24^o mês, o câmbio ganha protagonismo, aumentando para 56,43%, enquanto o etanol diminuiu para 27,36% e o açúcar diminuindo para 16,19%. 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.

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 (Pelegri, 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 quais 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

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.

BABCOCK, Bruce A.; AGROICONE, Marcelo; PENG, Yixing. Biofuel Taxes, Subsidies, and Mandates: Impacts on US and Brazilian Markets Recommended Citation. **Center for Agricultural and Rural Development** http://lib.dr.iastate.edu/card_staffreports/4, 2013.

BACCARIN, José Giacomo. Sistema de produção agropecuário brasileiro: características e evolução recente. **São Paulo. Cultura Acadêmica Editora. Unesp. Pró-reitoria de Graduação/Unesp. 254p**, 2011.

BALCOMBE, Kelvin; RAPSOMANIKIS, George. Bayesian estimation and selection of nonlinear vector error correction models: The case of the sugar-ethanol-oil nexus in Brazil. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 90, n. 3, p. 658-668, 2008.

BRAUN, Mirian Beatriz Schneider. Uma análise da balança comercial agrícola brasileira a guisa de sua evolução histórica recente. **Informe Gepec**, v. 8, n. 1, 2004.

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, p. 245-264, 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. **Diário Oficial da União, Brasília, DF**, 16 mar. 2018.

BRAUN, Mirian Beatriz Schneider. Uma análise da balança comercial agrícola brasileira a guisa de sua evolução histórica recente. **Informe Gepec**, v. 8, n. 1, 2004.

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

BURNQUIST, Heloísa Lee; BACCHI, Mirian Rumenos Piedade. Análise de barreiras protecionistas no mercado de açúcar. **Agroindústria canavieira no Brasil: evolução, desenvolvimento e desafios**, 2002.

CAMPOS, Silvia Kanadani. **Fundamentos econômicos da formação do preço internacional de açúcar e dos preços domésticos de açúcar e etanol**. 2010.

CARRIJO, Ed Licys de Oliveira. A expansão da fronteira agrícola no Estado de Goiás: setor sucroalcooleiro. **Monografia Mestrado**, UFG, 2008.

CAMPOS, Silvia Kanadani; BARROS, Geraldo Santanna de Camargo; BACCHI, Mirian Rumenos Piedade. **Fundamentos econômicos da formação do preço internacional de açúcar e dos preços domésticos de açúcar e etanol**. Belo Horizonte, MG: Sober, 2011.

CEPEA – CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. **Indicador do açúcar cristal branco CEPEA/ESALQ - São Paulo**. 2022. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/indicador/acucar.aspx>. Acesso em: 20 set. 2024.

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: 20 set. 2024.

CPDOC/FGV. Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA). **Centro de Pesquisa e Documentação de História Contemporânea do Brasil (CPDOC)/Fundação Getúlio Vargas**. 2021. Disponível em: <http://www.fgv.br/cpdoc/acervo/dicionarios/verbete-tematico/instituto-doacucar-e-do-alcool-iaa>. Acesso em: 15 ago. 2024.

CUNHA, Gabriela Nobre; PASQUALETTO, Antonio. ANÁLISE DA EXPANSÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR EM GOIÁS/ANALYSIS OF SUGARCANE EXPANSION IN GOIÁS. **Informe Gepec**, v. 26, n. 3, p. 120-143, 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.

DA COSTA, Joao Paulo Madureira Horta. **Mecanismos de transmissão da inflação de commodities não energéticas para o IPCA e seu núcleo**. 2014.

DA SILVEIRA BUENO, Rodrigo De Losso. **Econometria de séries temporais**. Cengage Learning, 2008.

DE ARRUDA FERNANDEZ, Andréa Ferraz. **Impactos da taxa de câmbio, preços das commodities e renda mundial sobre as exportações do agronegócio brasileiro entre 1997 e 2018**. 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.

DEFANTE, Lilliane Renata; VILPOUX, Olivier; SAUER, Leandro. EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR NO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL. **Informe Gepec**, Toledo, v. 22, n. 1, p. 150-169, 2018.

DE FATIMA VIDAL, Maria. PRODUÇÃO E MERCADO DE ETANOL NO NORDESTE BRASILEIRO: v. 6 n. 211 (2021). **Caderno Setorial ETENE**, v. 6, 2021.

DIAS, Luiz Carlos; ALVES, Lucílio Rogério Aparecido; SHIKIDA, Pery Francisco Assis. Determinantes das ofertas de açúcar e de álcool paranaenses (1981-2006): uma análise de co-integração. **Informe Gepec**, v. 13, n. 2, p. 20-36, 2009.

DIEHL, Daiane. **Formação do preço de etanol hidratado no Estado de São Paulo e sua relação com os mercados de açúcar e de gasolina**. 2012.

FURLONG, Fred et al. Commodity prices and inflation. **Economic Review-Federal Reserve Bank of San Francisco**, p. 27-47, 1996.

FURTUNATO DE LIMA FLORÊNCIO, Maria Cecília; 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, 2022.

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

LIMA, Cristiane Rocha Albuquerque et al. Cross-correlations between Brazilian biofuel and food market: Ethanol versus sugar. **Physica A: Statistical Mechanics and its Applications**, v. 513, p. 687-693, 2019.

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: 10 set. 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: 10 set. 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.

NAKATANI, Ryota. Adjustment to negative price shocks by a commodity exporting economy: Does exchange rate flexibility resolve a balance of payments crisis?. **Journal of asian economics**, v. 57, p. 13-35, 2018.

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.

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**, v. 28, p. 100257, 2022.

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.

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.

ROCHA, Renata Lemos; PANDOLFI, Marcos Alberto Claudio. Geração de resíduos no setor sucroalcooleiro. **Revista Interface Tecnológica**, v. 16, n. 1, p. 384-392, 2019.

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.

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.

TONIN, João Ricardo; TONIN, Julyerme Matheus. Do Proálcool ao “Próetanol”: novos desafios na produção do etanol brasileiro. **Informe Gepec**, v. 18, n. 1, p. 61-76, 2014.

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.

VIEGAS, T. A. Solução para a crise de etanol: incentivos, subsídios, regulação ou defesa da concorrência. **Blog Infopetroc**, 2011.

Recebido em 23/09/2024.

Aceito em 30/04/2025.