

OS DETERMINANTES GLOBAIS DA OFERTA BRASILEIRA DE CERA VEGETAL: ANÁLISE DAS EXPORTAÇÕES DE 1997 A 2022

Global determinants of the Brazilian supply of vegetable wax: an analysis of exports from 1997 to 2022

Yasmin Mara dos Santos Vieira

Bacharel em Ciências Econômicas pela UFDPAr. Mestranda em Modelagem e Métodos Quantitativos (PPGMMQ) da Universidade Federal do Ceará (UFC). yasminmaravieira@gmail.com

Rafael Bráz Azevedo Farias

Estatístico, Doutorado em Estatística pela Universidade de São Paulo. Professor e pesquisador do Departamento de Estatística e Matemática Aplicada e do Programa de Pós-Graduação em Modelagem e Métodos Quantitativos (PPGMMQ) da Universidade Federal do Ceará. Campus do Pici, Bloco 910, Fortaleza, Ceará, Brasil. rafael@dema.ufc.br

Carlos Tadeu dos Santos Dias

Engenheiro Agrônomo, doutorado em Agronomia (Estatística e Experimentação Agronômica) pela Universidade de São Paulo. Professor Titular do Departamento de Ciências Exatas, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ, Universidade de São Paulo – USP, Piracicaba – SP, Brasil. ctsdias@gmail.com

Resumo: Este estudo visa estimar a função de oferta das exportações brasileiras de cera vegetal com base em dados anuais de 1997 a 2022. O Brasil, principal produtor global desse produto, experimentou oscilações nas exportações, especialmente em períodos de crise, como a crise financeira de 2008 e a pandemia de Covid-19. A análise foca na relação entre o valor exportado, o preço internacional da cera, a taxa de câmbio e o PIB *per capita* mundial, utilizado como indicador de renda global. A pesquisa busca compreender como essas variáveis, em especial a renda mundial e a taxa de câmbio, afetam o desempenho das exportações brasileiras. Os resultados indicam que, no curto prazo, as exportações respondem ao crescimento econômico dos importadores, enquanto, no longo prazo, a taxa de câmbio exerce maior influência. O preço de exportação tem efeito positivo, mas de menor relevância. Conclui-se que a renda mundial e a taxa de câmbio são fatores-chave para a oferta de exportação de cera vegetal brasileira em horizontes amplos, destacando a importância da competitividade cambial e do crescimento global na demanda por produtos primários, em linha com a literatura de comércio internacional.

Palavras-chave: Exportações brasileiras, cera vegetal, séries temporais.

Abstract: This study aims to estimate the export supply function of Brazilian vegetable wax, based on annual time-series data from 1997 to 2022. As the world's largest producer of vegetable wax, Brazil has faced fluctuations in exports, particularly during global economic crises, such as the 2008 financial crisis and the COVID-19 pandemic. The analysis focuses on the relationships between export value, international wax price, exchange rate, and global per capita GDP, with proxy for global income. This research seeks to understand how these external variables, especially global income and the exchange rate, influence Brazil's export performance over time. Results indicate that, in the short term, exports respond to economic growth in importing countries, while in the long term, the exchange rate plays a more dominant role. The export price has a positive effect, though it contributes relatively less to export variations. The findings suggest that world income and exchange rates are key determinants of the export supply of Brazilian vegetable wax, especially over longer horizons. This study aligns international trade literature, highlighting the importance of exchange rate competitiveness and global economic growth in the demand for primary goods.

Keywords: Brazilian exports, vegetable wax, time series.

1 INTRODUÇÃO

Desde a década de 1970, o Brasil tem se destacado no mercado mundial como um grande exportador de produtos agropecuários. Essa transformação foi viabilizada por meio da ciência, tecnologia e inovação, aliadas à abundância de recursos naturais, boas práticas agrícolas, organização e modernização das cadeias produtivas, além de importantes políticas públicas.

O presente estudo tem como objetivo geral estimar uma função de oferta de exportação brasileira de cera vegetal, com base em séries temporais anuais do período entre 1997 e 2022. Especificamente, busca-se descrever o comportamento das exportações de cera vegetal nesse intervalo temporal, bem como mensurar a relação entre o valor das exportações, o preço da exportação do produto, a taxa de câmbio e a renda mundial (através do Produto Interno Bruto *per capita*).

O Brasil é o principal produtor mundial de cera vegetal. Segundo dados do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC, 2024), em 2023, o País exportou 13 mil toneladas de cera vegetal, gerando uma receita de US\$ 83,5 milhões. No entanto, houve uma redução significativa nesses números, com uma diminuição de 7,02% no volume exportado e um decréscimo de 5,82% na receita em comparação com 2022. Os principais destinos dessas exportações foram Estados Unidos, Alemanha, China, Japão, Países Baixos (Holanda), França, Itália, Espanha, Índia e Reino Unido.

De acordo com os dados do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC, 2024), dentre os importadores de 2023, os Estados Unidos ocupam o primeiro lugar no ranking, com 2.713 t, seguidos por China, com 2.542 t, e Alemanha, com 2.164 t, responsáveis por aproximadamente 57% do consumo da cera vegetal brasileira.

A Região Nordeste do Brasil é amplamente reconhecida como a maior e mais importante produtora e exportadora de cera vegetal no Brasil, que foi responsável por mais de 98% da produção total nacional entre 1997 e 2023. As condições climáticas do Nordeste brasileiro, caracterizadas por clima tropical e altas temperaturas ao longo da maior parte do ano, são favoráveis aos processos de beneficiamento da cera vegetal, os quais ocorrem predominantemente durante o período seco, entre os meses de julho e dezembro (Alves e Coelho, 2008). Dentro dessa Região, os estados que mais exportam são Ceará, com uma média de 52,30% de todas as exportações brasileiras de cera vegetal no período de 1997 a 2023, seguido por Piauí, com média de 42,15%, e Rio Grande do Norte, com média de 5,24%.

Na dinâmica de desenvolvimento da produção e exportação de cera vegetal, o Nordeste tem forte influência, com os estados da Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte, se destacando como importantes exportadores. Essa diversidade geográfica permite uma produção durante o período de entressafra agrícola, contribuindo para a geração de empregos e de renda para os trabalhadores rurais e o desenvolvimento econômico local (de Carvalho e Gomes, 2009).

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica deste estudo estrutura-se a partir de duas vertentes complementares da literatura econômica. Inicialmente, são apresentadas as principais teorias do comércio internacional, que fornecem os fundamentos conceituais para a compreensão dos padrões de especialização produtiva e dos fluxos comerciais entre países. Em seguida, avançando para um nível analítico mais específico, discute-se o arcabouço teórico que sustenta a modelagem da oferta de exportação, essencial para a interpretação empírica do comportamento exportador. Essa organização reflete a necessidade de articular os princípios gerais que explicam o comércio internacional com abordagens voltadas à determinação dos volumes efetivamente ofertados ao mercado externo, especialmente em contextos nos quais fatores macroeconômicos, como preços relativos e taxa de câmbio, exercem papel central.

2.1 Teorias e evolução do comércio internacional

Entre os séculos XVI e XVIII, o comércio internacional foi marcado pelo pensamento mercantilista, que advogava que a acumulação de metais preciosos era o principal meio de enriquecimento das nações. Consequentemente, as importações eram vistas como prejudiciais à economia, pois representavam a saída de recursos, o que resultava em fortes medidas protecionistas (Xavier, 2013).

Para os mercantilistas, a acumulação de metais preciosos era vista como o principal meio de enriquecimento das nações. Portanto, o controle do comércio exterior era considerado crucial, pois as importações representavam uma saída de recursos, enquanto as exportações eram vistas como benéficas para a economia doméstica. Esse pensamento justificava a busca agressiva das nações europeias, especialmente aquelas com colônias, por saldos comerciais favoráveis em suas transações internacionais. Essa busca era impulsionada por medidas protecionistas rigorosas, visando não apenas à obtenção de metais preciosos, mas também ao uso intensivo do trabalho, ao apoio ao emprego local e ao aumento da renda doméstica.

Ao longo do tempo, esse comércio evoluiu e passou a ser realizado entre as partes por meio de contratos, estabelecendo taxas, impostos e políticas nos acordos da relação comercial entre os envolvidos. A participação de uma nação no comércio internacional passa então a promover seu crescimento econômico, aumentar a demanda interna e a produtividade.

Já a teoria econômica clássica surgiu nos séculos XVIII e XIX. Seus principais representantes, Adam Smith e David Ricardo, defendiam que o comércio internacional, ao contrário da visão mercantilista anterior, poderia ser benéfico para as nações. O economista inglês Adam Smith, em 1776, formulou que para duas economias manterem espontaneamente vínculos comerciais entre si, seria necessário ambas terem a ganhar com essas transações. Esse raciocínio se tornou a lógica básica da visão clássica. Como a noção de ganho está associada ao potencial de aquisição de determinados itens via comércio, a explicação para as transações está necessariamente relacionada às características do processo produtivo de cada economia. Dessa forma, segundo a visão clássica, o comércio internacional se justificará apenas quando for mais barato adquirir itens produtivos em outra economia. Em 1817, David Ricardo observou ser mais frequente encontrar economias eficientes na produção de diversos produtos, o que significa que, sob a hipótese de vantagens absolutas, não seria de esperar que houvesse comércio entre essas economias e outras onde a produção da maioria dos produtos requeria uma maior quantidade de trabalho. Na prática, isso não se verificava, pois ainda assim ocorria comércio.

Enquanto Smith (1776) se baseou no conceito de vantagens absolutas, Ricardo (1985) desenvolveu o conceito das vantagens comparativas, o qual foi a base para diversas vertentes de teorias de comércio internacional. A partir daí, viriam os modelos, cuja base seriam as vantagens comparativas, cada qual com sua definição e considerando um fator de produção a outro, para apresentar as diferenças de custo de produção (Xavier, 2013; Ricardo, 1985).

Somente no início do século XX surgiu uma explicação abrangente para as diferenças de custo de produção de uma mesma mercadoria em diferentes países, com a Teoria de Heckscher-Ohlin. Essa teoria difere do modelo de Ricardo em dois pontos principais: considera o capital e o trabalho como os únicos fatores de produção, e assume que as tecnologias de produção dos países são iguais. Nesse modelo, o comércio internacional se desenvolve devido às diferenças de recursos entre os países, ou seja, cada país tende a exportar o fator de produção mais abundante e a importar mercadorias cujo fator de produção é menos abundante (Krugman *et al.*, 2015). Tanto as teorias clássicas quanto o modelo de Heckscher-Ohlin justificam a liberalização do comércio mundial, pois a troca internacional eleva o produto das economias por meio da especialização em setores mais vantajosos em termos tecnológicos (teoria clássica) ou de dotação de fator (modelo Heckscher-Ohlin).

De acordo com Gonçalves (2005), o modelo neoclássico considera a dotação de fatores de produção como o principal determinante para o comércio internacional. Dessa forma, os países mais

ricos tendem a obter maior vantagem comparativa em produtos que necessitam de uso intensivo de capital. Baseadas nas críticas e nos problemas empíricos do modelo Heckscher-Ohlin, surgiram novas explicações para o comércio internacional, destacando-se Paul Krugman e Staffan Linder. Além do comércio entre países com dotação diferente de recursos, verifica-se também comércio intenso entre países com igual dotação de recursos e a crescente troca de produtos semelhantes, conhecido como comércio intraindustrial.

De acordo com Krugman *et al.* (2015), o PIB de um país, que representa o total de bens e serviços produzidos, está fortemente relacionado ao seu tamanho econômico, às suas exportações e importações, o que significa que o fluxo de comércio entre os países é uma proporção do PIB desses países. Ao considerar que a concorrência é perfeita, as tecnologias são constantes e, por não considerar as economias de escala, essas teorias não conseguem explicar o mercado atual. Michael Porter abordou esses fatores ao propor que a vantagem competitiva melhora a qualidade dos fatores e aumenta a produtividade, enfatizando a importância do aspecto qualitativo (Porter, 1999). Seguindo a teoria clássica do comércio internacional de David Ricardo, Balassa (1965) elaborou índices mais precisos, afirmando que o mercado externo poderia revelar as vantagens comparativas de uma região (Xavier, 2013).

A relação causal entre comércio internacional e crescimento econômico ainda não é consensual entre os pesquisadores. Alguns argumentam que países com maior atividade externa obtêm maiores ganhos e exibem maior crescimento, sugerindo uma relação bidirecional entre exportações e PIB, mas não entre importações e PIB. Ou seja, as exportações podem gerar crescimento econômico, mas a restrição das importações não tem o mesmo efeito.

Existem várias teorias consolidadas que explicam os determinantes do comércio internacional. Segundo Coutinho *et al.* (2005), até a primeira metade do século XVIII, o comércio internacional era influenciado pelas teorias mercantilistas, que visavam ao superávit comercial. Na segunda metade do século XVIII, novos debates surgiram, traçando novos rumos para a economia internacional, onde os acordos comerciais se tornaram ferramentas importantes. Azevedo *et al.* (2006) afirmam que grandes mudanças ocorreram na economia internacional no final do século XX, como a formação de blocos econômicos (União Europeia, Nafta, Mercosul). Além disso, a criação do Acordo Geral sobre Tarifas e Comércio (GATT) (1947) e sua transformação na Organização Mundial do Comércio (OMC) (1995) contribuíram para a redução das barreiras protecionistas e promoveram o livre comércio.

Embora essas teorias sejam fundamentais para compreender os padrões gerais do comércio internacional, elas não explicam diretamente os fatores que determinam os volumes efetivamente exportados. A análise do comportamento exportador requer, portanto, um enfoque complementar, voltado à modelagem da oferta de exportação.

2.2 Teorias para a estimação da oferta de exportação

Baseando-se nas teorias da economia internacional, diversos estudos têm se dedicado a estimar funções de oferta e demanda de exportação. Esses estudos buscam mensurar e estabelecer relações entre um conjunto de variáveis econômicas, permitindo uma compreensão mais aprofundada dos fatores que influenciam as exportações. A oferta de exportação é influenciada por diversos fatores que determinam a quantidade de produtos disponíveis para o mercado externo após a demanda doméstica ser atendida.

A exportação de um determinado produto é diretamente influenciada pelo excedente doméstico, que se refere à quantidade de produto disponível além do que é necessário para atender à demanda interna (Padrón, 2016). Esse excedente é calculado subtraindo a demanda doméstica da oferta total do produto no mercado interno. Quando a oferta doméstica supera a demanda interna, gera-se um excedente que pode ser direcionado para o mercado internacional.

A equação que representa o excedente doméstico é $X^S = S - D$, em que X^S é a oferta de exportação, S é a oferta total do produto no mercado doméstico e D é a demanda doméstica.

As funções internas derivadas dessa relação podem ser definidas da seguinte forma, $S = f(P_d, P_e, W)$ e $D = f(P_d, Y)$, onde P_d representa o preço doméstico, P_e o preço de exportação, e W os fatores deslocadores da oferta, que incluem elementos como custos de produção, tecnologia e políticas governamentais que afetam a quantidade ofertada, Y representa os fatores deslocadores da demanda, que envolvem variáveis como a renda dos consumidores, preferências e políticas fiscais que influenciam a quantidade demandada.

A oferta de exportação (X^S) depende dos preços doméstico e de exportação, bem como de fatores produtivos e da renda interna: $X^S = f(P_d, P_e, W, Y)$. Por outro lado, a demanda externa (X^D) é influenciada pelo preço relativo do produto no mercado externo, taxa de câmbio e fatores que afetam a demanda internacional: $X^D = f(P_e/T C, P_w, Z)$, onde X^D é a demanda externa, TC é a taxa de câmbio, P_w é o preço do produto concorrente no mercado externo e Z são os fatores deslocadores da demanda externa, que podem incluir a renda dos países importadores, preferências dos consumidores no mercado externo e políticas comerciais internacionais.

O equilíbrio no mercado de exportação é atingido quando a oferta de exportação se iguala à demanda externa $X^* = X^S = X^D$, em que X^* é a quantidade de equilíbrio transacionada no mercado externo, derivada do excedente do mercado doméstico. Portanto, a equação de vendas externas é uma função que associa as seguintes variáveis: $X^* = f(P_d, P_e, W, Y, TC, Z)$. Dessa forma, as exportações de um determinado produto ou setor são determinadas pelos preços externos e internos, pela taxa de câmbio e por fatores deslocadores das funções, como a tendência ou sazonalidade das exportações, a renda interna e a renda agregada externa (Barros *et al.*, 2002).

Além disso, pode-se considerar a elasticidade-preço da demanda e da oferta. A elasticidade-preço da demanda externa indica o grau de sensibilidade da quantidade demandada em relação às mudanças nos preços de exportação. A elasticidade-preço da oferta indica a sensibilidade da quantidade ofertada em relação às variações no preço doméstico e de exportação. Ambos os conceitos são cruciais para entender como as exportações respondem a alterações nos preços e nas condições econômicas internas e externas.

Também é relevante considerar os choques externos, como crises econômicas globais, variações nas políticas comerciais de países importadores, mudanças nas taxas de câmbio e flutuações nos preços das *commodities*, que podem afetar significativamente o comportamento das exportações. A resiliência da oferta e a capacidade de adaptação às condições de mercado são fatores determinantes para a estabilidade e crescimento das exportações. Com a inclusão dessas variáveis e considerações, o modelo teórico para a oferta de exportação torna-se mais robusto e abrangente, proporcionando uma base sólida para a análise empírica das exportações de cera vegetal brasileira.

3 METODOLOGIA

Este estudo utiliza o método autorregressivo vetorial (VAR), desenvolvido por Sims (1980), por ser adequado para capturar as interações dinâmicas entre variáveis econômicas ao longo do tempo. O pressuposto básico para aplicação desse método é que as séries temporais sejam estacionárias. Conforme Hamilton (2020) e Enders (2015), um processo estocástico estacionário é caracterizado por apresentar média e variância constantes ao longo do tempo. De acordo com Lima (2015), essa metodologia possibilita a obtenção das elasticidades de impulso-resposta para períodos futuros, o que permite avaliar o comportamento das variáveis do modelo em resposta a choques individuais.

Conforme Bueno (2008), um modelo VAR, de ordem “ p ”, pode ser expresso por um vetor com “ n ” variáveis endógenas, vinculadas entre si por uma matriz A , em consonância com a expressão matemática a seguir:

$$AX_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^p \beta_i X_{t-i} + \beta \epsilon_t \quad (1)$$

sendo A uma matriz de ordem $n \times n$ que define as restrições entre as variáveis que integram o vetor $n \times 1$, X_t ; β_0 é um vetor de constantes $n \times 1$; β_i é um conjunto de matrizes $n \times n$; β é uma matriz diagonal $n \times n$ de desvios-padrão; e, por fim, ϵ_t é um vetor $n \times 1$ de perturbações aleatórias não correlacionadas entre si, da seguinte forma:

$$\epsilon_t \sim i.i.d(0, I_n)$$

A equação (1) expressa o modelo VAR em sua forma estrutural, a partir de um conjunto de variáveis endógenas relacionadas entre si, com base em um modelo econômico. Os choques estruturais (ϵ_t) são considerados independentes entre si pois as inter-relações entre os choques estruturais e as variáveis endógenas são captadas indiretamente pela matriz A . O modelo normalmente estimado é apresentado em sua forma reduzida, devido à endogeneidade das variáveis, conforme descrito pelas equações (2) e (3) (Bueno, 2008). Antes de estimar o modelo VAR, deve-se verificar se as séries temporais em estudo são estacionárias, pois a presença de raízes unitárias pode levar a inferências inadequadas se não forem corretamente identificadas. Para isso, aplicam-se dois: o teste de Dickey-Fuller Aumentado (ADF) e o teste de Phillips-Perron (PP). O teste ADF é baseado na seguinte equação de regressão:

$$\Delta y_t = \alpha + \beta y_{t-1} + \gamma t + \delta_1 \Delta y_{t-1} + \delta_2 \Delta y_{t-2} + \dots + \delta_{p-1} \Delta y_{t-p+1} + \varepsilon_t \quad (2)$$

O teste de Philip-Perron é similar ao teste ADF e é baseado em uma regressão similar, mas permite a presença de tendências e variâncias heterocedásticas. A principal diferença está no método de ajuste da estatística de teste para considerar heterocedasticidade e correlações de longo prazo, o que é feito nos cálculos, e não na forma da equação em si. A equação de regressão é dada por:

$$\Delta y_t = \alpha + \beta y_{t-1} + \gamma t + \delta_1 \Delta y_{t-1} + \delta_2 \Delta y_{t-2} + \dots + \delta_{p-1} \Delta y_{t-p+1} + \varepsilon_t \quad (3)$$

Assim, deve-se inicialmente verificar se as séries temporais analisadas são estacionárias em nível ou em diferenças, bem como determinar a ordem de integração de cada série temporal considerada. Para tanto, adotaram-se o teste de raiz unitária de Dickey-Fuller Aumentado (ADF) e o teste de raiz unitária de Philip-Perron (PP) – ambos são amplamente utilizados na econometria para verificar a estacionariedade das séries temporais, considerando os modelos a seguir (Stock e Watson, 2020):

- Modelo sem constante e sem tendência (nível): $\Delta y_t = \beta y_{t-1} + \epsilon_t$
- Modelo com constante (nível): $\Delta y_t = \alpha + \beta y_{t-1} + \epsilon_t$
- Modelo com constante e tendência (nível): $\Delta y_t = \alpha + \beta y_{t-1} + \gamma t + \epsilon_t$

A cointegração é útil para indicar se existe uma relação de equilíbrio de longo prazo entre as variáveis. Um dos testes frequentemente utilizados para verificar a existência de vetores de cointegração é o teste de cointegração de Johansen (1988), que utiliza estimadores de máxima veros-

semelhança e permite testar a presença de múltiplos vetores de cointegração (Júnior *et al.*, 2016). Considerando variáveis, o teste de cointegração de Johansen pode ser descrito da seguinte forma:

$$\Delta X_t = A_0 + \prod X_{t-1} + \psi D_t + \epsilon_t,$$

em que $\Delta X_t = X_t - X_{t-1}$, A_0 e ϵ_t são vetores $(n \times 1)$, $\prod = (A_1 - I)$ é uma matriz $n \times n$, A_1 é a matriz de parâmetros e I a matriz identidade, ambas $n \times n$, ψ é uma matriz $(n \times (f - 1))$ e D_t é um vetor de variáveis não estocásticas $(f - 1) \times 1$. O posto ou rank da matriz $\prod$ corresponde ao número de raízes características diferentes de zero, que por sua vez, equivale ao número de vetores de cointegração existentes. Para verificar o número de raízes características (r) diferentes de zero utiliza-se a estatística traço, como segue:

$$\lambda_{traço}(r) = -T \sum_{i=r+1}^n \ln(1 - \hat{\lambda}_i)$$

$$H_0: r = r^* \quad H_1: r > r^*$$

onde $\hat{\lambda}_i$ são os valores estimados das raízes características obtidos da matriz $\prod$ e T é o número de observações usadas no ajustamento. O teste do traço pode ser definido de acordo com a equação acima em que a hipótese nula define a existência de r^* vetores de cointegração, ao passo que a hipótese alternativa explicita $r > r^*$.

A estatística do teste do máximo autovalor é expressa de acordo com a equação abaixo:

$$\lambda_{t\max}(r, r + 1) = -T \ln(1 - \widehat{\lambda_{r+1}})$$

$$H_0: r = r^* \quad H_1: r = r^* + 1.$$

Assim, a hipótese nula define a existência de no máximo r^* vetores de cointegração, enquanto a hipótese alternativa advoga que existem $r^* + 1$ vetores de cointegração. Após a estimação do VAR, há duas formas centrais de analisar os resultados obtidos: por meio da função impulso-resposta e da decomposição da variância.

A função impulso-resposta é usada para analisar a resposta das variáveis endógenas a choques exógenos ao longo do tempo. Ela permite observar como um choque em uma variável afeta as outras variáveis do sistema VAR, considerando as inter-relações entre elas. Por exemplo, um aumento inesperado na taxa de câmbio pode gerar impactos imediatos na oferta de exportação, cujos efeitos podem se dissipar ou se intensificar ao longo dos períodos subsequentes. Isso é crucial para entender a dinâmica temporal e as interdependências entre as variáveis do modelo.

A decomposição da variância, por outro lado, decompõe a variabilidade de uma variável endógena em componentes atribuíveis a choques em cada uma das variáveis do modelo. Essa análise é útil para identificar a proporção da variação em uma variável que pode ser explicada por choques em outras variáveis, fornecendo percepções sobre a importância relativa de cada choque na determinação da variabilidade das variáveis endógenas.

Portanto, uso do modelo VAR e das técnicas associadas de cointegração, função impulso-resposta e decomposição da variância permite uma análise robusta das dinâmicas de oferta e demanda de exportação da cera vegetal brasileira. Através desta abordagem, é possível capturar as inter-relações complexas entre variáveis econômicas e avaliar os impactos de diferentes choques

ao longo do tempo, fornecendo uma base para a formulação de políticas econômicas e estratégias de mercado.

4 DADOS E ANÁLISE DESCRITIVA

As séries de dados incluem o valor das exportações de cera vegetal (em US\$ FOB) e a quantidade física exportada (em quilogramas), obtidos da base de dados do Sistema de Estatísticas do Comércio Exterior (MDIC, 2024); as informações foram coletadas com base na Tabela da Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM), código 15211000, referente a ceras vegetais. Os preços médios anuais agregados foram calculados pelo quociente entre o valor total das exportações e a quantidade física total exportada. O PIB *per capita* mundial, utilizado como proxy para a renda mundial, foi obtido na base de dados do Banco Mundial (World Bank, 2024). A taxa de câmbio nominal foi coletada no Ipeadata.

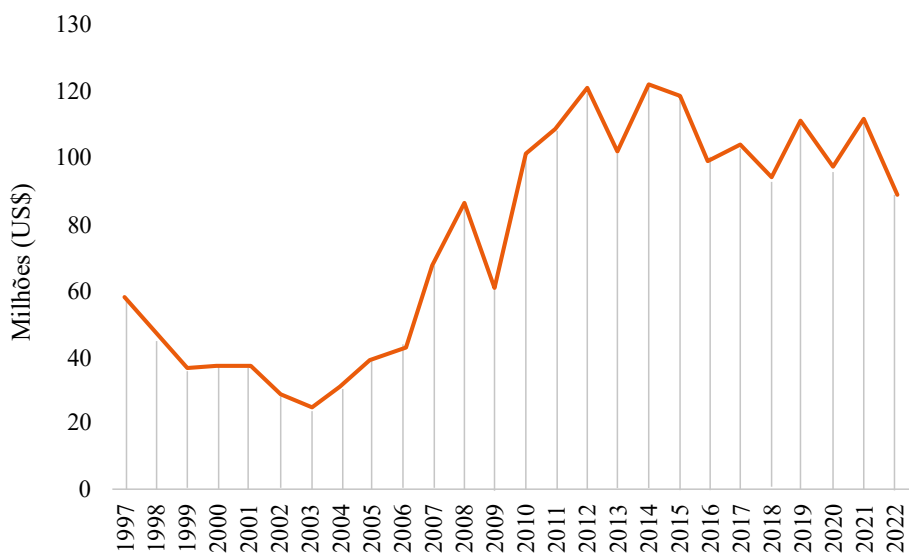
As séries abrangem o período de 1997 a 2022. A escolha do recorte temporal foi delimitada pela disponibilidade completa dos dados necessários, cobrindo um período representativo da evolução das exportações e englobando aspectos significativos econômicos. O software utilizado para a análise dos dados foi o E-Views 12, permitindo uma análise robusta e detalhada dos dados. Esse programa foi escolhido por sua capacidade de análise econométrica e estatística, essenciais para a realização deste estudo.

Nesta seção, são analisados o comportamento das exportações de cera vegetal e sua relação com variáveis macroeconômicas, incluindo preço da exportação do produto, taxa de câmbio e a renda mundial (através do PIB *per capita*), no período de 1997 a 2022.

4.1 Evolução e dinâmica das exportações brasileiras de cera vegetal

Visando estimar uma função de oferta de exportação brasileira de cera vegetal, é exposta, primeiramente, a exportação de cera vegetal observada no período supracitado. A Figura 1 mostra um aumento nas exportações de cera vegetal, que passaram de cerca de 57,4 milhões de dólares em 1997 para cerca de 88,6 milhões de dólares em 2022, representando um crescimento médio anual de 4,26%.

Figura 1 – Evolução das exportações de cera vegetal no período de 1997 a 2022.



Fonte: Elaborado pelo autor utilizando a base de dados disponível pelo MDIC (2024).

Embora tenha alcançado crescimento, as exportações têm se caracterizado por flutuações ao longo do tempo. Entre 1997 e 2003, os níveis de exportação foram relativamente baixos, refletindo um menor fluxo na economia brasileira desse produto. De acordo com Lourenço (2003 apud Costa *et al.*, 2013), o período entre 2000 e 2003 foi marcado pela reversão do boom acionário da nova economia dos Estados Unidos, além da recessão no Japão e da estagnação persistente na União Europeia. Esses fatores resultaram em uma retração do comércio internacional, impactando diretamente a demanda.

Entre os anos de 2004 e 2008, o setor experimentou um crescimento consistente, com taxas de crescimento anuais significativas, refletindo uma expansão contínua das exportações de cera vegetal. Esse crescimento pode ser atribuído a uma combinação de fatores, incluindo avanços tecnológicos na agricultura, aumento da produtividade, demanda internacional crescente por *commodities* agrícolas e políticas governamentais favoráveis ao setor.

Após esses anos, houve um crescimento até 2008, quando a crise econômica global eclodiu, impactando severamente o setor exportador brasileiro, como evidenciado pela queda em 2009. Dada a dependência do mercado externo da cera vegetal, o setor produtivo enfrentou uma queda significativa na demanda, com o efeito da crise financeira. Essa desaceleração foi influenciada pela redução da demanda internacional, restrições de crédito e volatilidade nos mercados financeiros globais. Após esse período de contração, as exportações se recuperaram gradualmente, impulsionadas pelo aumento da demanda pela produção e de matérias-primas, bem como pela valorização das *commodities* no mercado internacional.

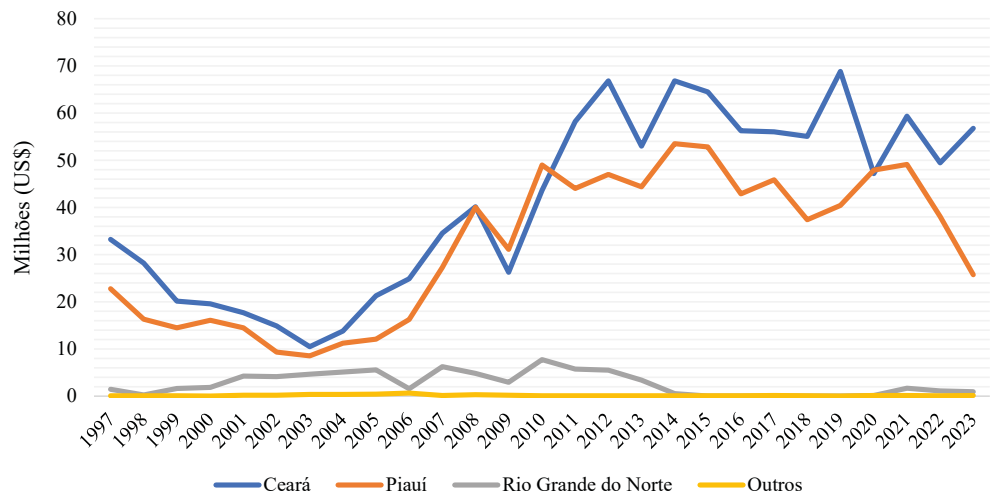
O preço das exportações durante o “superciclo” (2003-2012) aumentou, oscilando em seguida, com nova queda após a recessão de 2014-16. Observa-se que as exportações cresceram significativamente até 2010, sofreram uma redução durante a recessão e, após seu término em 2016, voltaram a crescer, atingindo um ponto alto em 2018. Com a chegada da pandemia, houve um novo crescimento em 2021, alcançando o ponto mais alto da série histórica.

Ao longo dos anos seguintes, o setor enfrentou desafios, como flutuações nos preços das *commodities*, questões ambientais e preocupações com a sustentabilidade, bem como mudanças nas políticas comerciais internacionais. Apesar dos desafios, o Brasil conseguiu manter sua posição como um principal exportador do produto do mundo, beneficiando-se de sua vasta base de recursos naturais, clima favorável para a agricultura e infraestrutura logística consolidada.

O setor de cera vegetal no Brasil enfrenta desafios relacionados à sustentabilidade, dado o caráter extrativista da produção. A colheita da carnaúba, principal matéria-prima da cera, afeta diretamente a biodiversidade das regiões onde ocorre, exigindo práticas de manejo sustentável para evitar danos ambientais. Além disso, a preservação dos ecossistemas é essencial para garantir a continuidade da produção e atender às exigências dos mercados internacionais.

A Região Nordeste do Brasil tem sido a principal produtora e exportadora de cera vegetal, com destaque para os estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte, que responderam por mais de 99% das exportações em 2022. A evolução das exportações por estado é apresentada na Figura 2. O Ceará manteve sua posição de líder no setor, enquanto o Piauí registrou crescimento significativo a partir dos anos 2000, impulsionado por melhorias na infraestrutura rodoviária, logística e políticas estaduais de incentivo à exportação.

Figura 2 - Evolução das exportações de cera vegetal por estado no período de 1997 a 2022



Fonte: Elaborado pelo autor utilizando a base de dados disponível pelo MDIC (2024).

Nota: “Outros” refere-se aos estados: São Paulo, Rio Grande do Sul, Pará, Espírito Santo, Roraima, Minas Gerais, Distrito Federal, Rio de Janeiro, Bahia, Mato Grosso do Sul, Pernambuco, Santa Catarina e Paraná.

Além do Ceará e do Piauí, o Rio Grande do Norte desempenha um papel relevante no setor, embora com participação menor. Esse estado, assim como os demais do Nordeste, beneficia-se das condições climáticas favoráveis ao cultivo das espécies produtoras de cera vegetal, como a carnaúba.

A crescente demanda por certificações de sustentabilidade, tem pressionado os produtores a adotarem práticas mais responsáveis no manejo da carnaúba, principal matéria-prima da cera vegetal brasileira. Ainda assim, desafios persistem, como a informalidade na cadeia produtiva e a necessidade de políticas públicas que assegurem direitos trabalhistas e inclusão social dos trabalhadores. Além disso, oscilações na taxa de câmbio e nos custos de transporte impactaram a competitividade do produto no mercado internacional. O aumento dos custos logísticos, especialmente devido à infraestrutura rodoviária deficiente em algumas regiões do Nordeste, representa um obstáculo para produtores menores.

Apesar desses desafios, o Brasil continua sendo o principal exportador mundial de cera vegetal, beneficiando-se de sua vasta base de recursos naturais, do clima favorável à produção e dos investimentos contínuos em infraestrutura logística. A proximidade com portos estratégicos, como Fortaleza (CE) e Suape (PE), desempenha um papel crucial na facilitação do escoamento da produção para mercados exigentes, como Estados Unidos, Alemanha e Japão. A continuidade desse protagonismo dependerá de estratégias que conciliem crescimento econômico e sustentabilidade ambiental, garantindo a competitividade do setor no longo prazo.

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A análise dos resultados inicia-se com a verificação da estacionariedade das séries, que foi analisada por meio dos testes de Dickey-Fuller Aumentado (ADF) e Phillips-Perron (PP), amplamente utilizados para identificar a ordem de integração das séries temporais. A especificação de cada teste foi definida de acordo com os termos constantes compatíveis com os gráficos das séries. Os resultados, mostrados na Tabela 1, indicam que as séries analisadas não são estacionárias em nível, pois os valores estatísticos calculados em módulo são menores que os valores críticos do teste, considerando um nível de significância de 5%.

Tabela 1 – Teste de raiz unitária (Intercepto e tendência) para os testes ADF e PP em nível para as séries

Variáveis	ADF	PP
X^S	-2,080	-2,085
P_e	-1,978	-2,033
Y^*	-1,986	-2,077
TC	-0,926	-1,132

Fonte: Elaboração própria a partir de estimações no E-Views (2024).

Nota: Valores críticos para os testes ADF e PP: 1% (-4,374) e 5% (-3,603).

Os resultados da Tabela 1 indicam que as séries não são estacionárias em nível. Diante disso, aplicou-se a diferenciação nas séries, e os resultados (Tabela 2) demonstram que, após a primeira diferença, todas as séries se tornam estacionárias, confirmando que são integradas de ordem 1 (I(1)).

Tabela 2 – Teste de raiz unitária (Intercepto e tendência) para os testes ADF e PP na primeira diferença para as séries analisadas

Variáveis	ADF	PP
$\Delta(X^S)$	-6,411*	-6,425*
$\Delta(P_e)$	-4,817*	-4,840*
$\Delta(Y^*)$	-3,521*	-3,532*
$\Delta(TC)$	-4,002*	-4,629*

Fonte: Elaboração própria a partir de estimações no E-Views (2024).

Notas: denota o primeiro operador de diferença, * denota a rejeição da hipótese nula a 5% de significância estatística. Valores críticos para os testes ADF e PP: 1% (-4,374) e 5% (-3,603).

Conforme os testes (Tabela 2), apresenta-se a não existência de raiz unitária, assumiu-se que as séries são integradas de ordem um, devendo-se assim realizar a estimação de um modelo VAR (Vetores Autorregressivos). Portanto, a próxima etapa do trabalho é definir o número de lags do VAR. A seleção apropriada do número de defasagens em um modelo VAR é uma etapa fundamental para garantir a precisão das previsões e a adequada interpretação das inter-relações dinâmicas entre as variáveis. De acordo com Lütkepohl (2005), a escolha inadequada de defasagens pode resultar em erros de especificação, distorções nas inferências e perda de eficiência preditiva.

Tabela 3 – Número de defasagens do modelo VAR

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-355,2770	NA	1,18E+08	29,93975	30,13609	23,99184
1	-266,2260	141,0060*	275121,2*	23,85171	24,83343*	24,11216*
2	-249,6627	20,69737	298804,3	23,80522*	25,57230	24,27403

Fonte: Elaboração própria a partir de estimações no E-Views (2024).

Nota: * indica a ordem de defasagem selecionada pelo critério, LR = Razão de verossimilhança; FPE = Função de predição de erros; AIC = Critério Akaike; SC = Schwarz; HQ = Hannan-Quinn.

Diversos critérios são utilizados para selecionar o número ótimo de defasagens, incluindo o teste sequencial da razão de verossimilhança (LR), o erro de previsão final (FPE), e os critérios de informação AIC, SC e HQ. No caso analisado, o teste LR, o FPE, o SC e o HQ indicam a escolha de 1 defasagem, enquanto o AIC sugere 2. Pesaran e Shin (1998) reforçam a importância

de escolher o número de defasagens de modo a capturar adequadamente as interações temporais entre variáveis econômicas. Eles sugerem que a incorporação de mais defasagens pode melhorar a robustez do modelo ao captar efeitos. A predominância de 1 defasagem entre os critérios reforça essa escolha, enfatizando a importância de evitar a inclusão excessiva de defasagens para mitigar problemas de multicolinearidade e *overfitting*.

Nesse sentido, optar por 1 defasagem captura eficientemente as dinâmicas de curto prazo entre variáveis como o câmbio, o PIB e os preços de exportação, sem comprometer a parcimônia do modelo. Essa abordagem permite evitar a inclusão de ruído e garante uma análise clara das relações econômicas subjacentes (Lütkepohl, 2005).

Considerando que todas as séries são integradas de ordem 1 (I(1)), é necessário avaliar se há uma relação de equilíbrio de longo prazo entre as variáveis analisadas. Para isso, aplicou-se o teste de cointegração de Johansen (1988), que permite identificar a presença de vetores cointegrantes e determinar se as variáveis se movem conjuntamente ao longo do tempo, apesar de eventuais desvios de curto prazo (Tabela 4).

Tabela 4 – Teste traço para verificação de cointegração entre as séries

Hipóteses	Autovalores	Traço	Valor Crítico 5%
$r = 0^*$	0,796	71,263	47,856
$r \leq 1^*$	0,576	34,622	29,787
$r \leq 2$	0,366	14,835	15,495
$r \leq 3^*$	0,171	4,333	3,840

Fonte: Elaboração própria a partir de estimações no E-Views (2024).

Nota: * denota rejeição da hipótese no nível de 5%.

Os resultados do teste de cointegração indicam a presença de dois vetores cointegrantes ao nível de 5%, conforme evidenciado pelas estatísticas de traço e seus respectivos valores críticos. No primeiro vetor cointegrante, a estatística de traço de 71,236 supera o valor crítico de 47,856, com um p-valor de 0,0001, o que permite rejeitar a hipótese nula de ausência de cointegração. Isso sugere haver pelo menos um vetor cointegrante entre as variáveis taxa de câmbio (TC), PIB (Y^*), preço de exportação (P_e) e valor exportado (X^S), confirmando uma relação de longo prazo entre essas variáveis. O segundo vetor cointegrante, com uma estatística de traço de 34,622, também é superior ao valor crítico de 29,797, com um p-valor de 0,0129, indicando a existência de um segundo vetor cointegrante. Embora a hipótese de que, no máximo, dois vetores cointegrantes tenham um p-valor de 0,0627 (ligeiramente acima do nível de significância de 5%), esse resultado não é suficiente para rejeitar completamente a hipótese nula, sugerindo a formação de duas combinações lineares estáveis entre as variáveis no longo prazo.

Do ponto de vista econômico, a presença de dois vetores cointegrantes pode ser interpretada como representações das curvas de oferta e demanda de exportações. O primeiro vetor cointegrante pode ser relacionado à curva de demanda por exportações brasileiras de cera vegetal, uma vez que captura a interação entre o preço de exportação e a taxa de câmbio. Segundo a teoria econômica, espera-se que a elasticidade preço da demanda seja negativa, sugerindo que aumentos nos preços ou desvalorização da moeda (que torna as exportações mais caras para os compradores internacionais) reduzam a demanda por exportações. Essa interpretação é apoiada por trabalhos recentes que utilizam técnicas de cointegração para identificar relações de longo prazo entre variáveis de preços e fluxos de comércio (Pesaran e Shin, 1998).

O segundo vetor cointegrante, por sua vez, pode ser associado à curva de oferta de exportações. Nesse contexto, um aumento no PIB está positivamente relacionado com o valor das exportações. Um maior nível de atividade econômica (capturado pelo PIB) reflete uma maior capacidade de produção, e, portanto, uma maior oferta de produtos para exportação. Esse resultado também está

em linha com o modelo de cointegração de oferta e demanda de longo prazo, amplamente discutido na literatura de comércio internacional, em que a cointegração entre variáveis macroeconômicas e fluxos de comércio reflete o comportamento estável dessas relações ao longo do tempo.

5.1 Modelo VAR

A análise de cointegração, identificou dois vetores cointegrantes evidenciando relações de equilíbrio de longo prazo entre as variáveis analisadas. Para compreender as dinâmicas de curto prazo, foi estimado um modelo VAR como exposto na Tabela 5. Esse modelo permite avaliar a influência de uma variável sobre a outra com até um período de defasagem. A Tabela 5 apresenta as estimativas do modelo VAR para as exportações de cera vegetal, preço de exportação, PIB mundial e taxa de câmbio entre 1998 e 2022.

Os resultados indicam que o valor das exportações de cera vegetal no Brasil é influenciado principalmente pelo preço de exportação e pela taxa de câmbio no período anterior. O coeficiente positivo e significativo para Pe_{t-1} sugere que um aumento no preço de exportação no período anterior está associado a um aumento no valor exportado no período atual. No entanto, a relação negativa com Y^*_{t-1} indica que a depreciação da taxa de câmbio pode não impulsionar as exportações, possivelmente em função de restrições de capacidade produtiva ou de estrutura de mercado.

As estimativas fornecidas na Tabela 5 mostram que as defasagens das variáveis têm impactos variados sobre as séries temporais estudadas. O coeficiente de X^S_{t-1} na equação de exportações é negativo, mas não significativo, indicando que um aumento nas exportações no período anterior não afeta significativamente as exportações no período atual. Por outro lado, a variável Pe_{t-1} apresenta um coeficiente positivo e estatisticamente significativo, sugerindo que o crescimento econômico global tem um impacto direto e positivo sobre as exportações brasileiras de cera vegetal.

Tabela 5 – Estimativas do modelo VAR para exportações de cera vegetal, preço, PIB e taxa de câmbio

	X^S	P_e	Y^*	TC
	-0,247487	0,009684	2.367.568	0,000383
X^S_{t-1}	-0,46713	-0,02017	-170.493	-0,01412
	[−0,52981]	[0,48011]	[0,13887]	[0,02712]
Pe_{t-1}	6.867.450	0,025231	-2.937.847	0,264836
	-764.969	-0,33031	-279.200	-0,23126
	[0,89774]	[0,07639]	[−1,05224]	[1,14517]
Y^*_{t-1}	0,012755	0,000783	1.170.619	-0,000206
	-0,0034	-0,00015	-0,12413	-0,0001
	[3,75021]	[5,32922]	[9,43022]	[−2,00527]
TC_{t-1}	-6.938.099	-0,563664	3.996.172	1.102.261
	-343.416	-0,14828	-125.341	-0,10382
	[−2,02032]	[−3,80126]	[0,31882]	[10,6170]
Constante	-3.128.705	-1.227.397	-4.750.588	0,372819
	-128.446	-0,55462	-468.805	-0,38831
	[−2,43581]	[−2,21305]	[−0,10133]	[0,96010]
R^2	0,886883	0,940804	0,969779	0,911564
R^2 ajustado	0,864259	0,928964	0,963735	0,893876
Estatística F	3.920.190	7.946.458	1.604.471	5.153.785
Critério de Akaike	8.064.188	1.779.385	1.525.871	1.066.458
Critério de Schwarz	8.307.963	2.023.160	1.550.249	1.310.233

	X^S	P_e	Y^*	TC
Média da Variável Dependente	7.594.680	4.929.385	8.968.450	2.788.104
Desvio da Variável Dependente	3.389.377	2.023.061	2.393.319	1.158.861

Fonte: Elaboração própria a partir de estimações no E-Views (2024).

Nota: Os valores entre parênteses representam os erros-padrão das estimativas dos coeficientes, e os valores entre colchetes representam as estatísticas-t dos coeficientes.

Além disso, o coeficiente de TC_{t-1} na equação de preço de exportação (P_e) é negativo e significativo, indicando que uma desvalorização cambial reduz o preço de exportação. Essa relação está consoante à teoria econômica, que sugere que um aumento na taxa de câmbio (depreciação da moeda doméstica) pode tornar os bens brasileiros mais baratos em moeda estrangeira, aumentando a competitividade no mercado externo. As estatísticas para todas as equações do modelo são elevadas, variando de 0.886 a 0.969, o que indica que o modelo explica uma grande proporção da variância das variáveis dependentes. A estatística F também confirma a significância geral dos modelos.

Esses resultados complementam a análise de cointegração, sugerindo que, além de uma relação de equilíbrio de longo prazo, há dinâmicas de curto prazo que devem ser consideradas. A identificação de coeficientes significativos, como o impacto do PIB global sobre as exportações, reforça a necessidade de políticas que considerem as condições econômicas internacionais para fomentar o crescimento das exportações brasileiras de cera vegetal.

Baseado nos dados da Tabela 5, a variável que apresenta significância na explicação do comportamento de X^S são as variáveis: Y^*_{t-1} , TC_{t-1} . Para P_e são as variáveis Y^*_{t-1} , TC_{t-1} . Para Y^* apenas Y^*_{t-1} é significativo. Para TC , as variáveis Y^*_{t-1} e TC_{t-1} são significativas.

Para investigar as relações de causalidade entre as variáveis, foram realizados testes de Causalidade de Granger (1969) entre os pares das variáveis. A Causalidade de Granger permitirá saber se uma variável causa outra, no sentido Granger. Assim, para cada par de variáveis, são testadas duas direções: se a primeira variável (na ordem do par) Granger-causa a segunda variável e vice-versa (Bueno, 2008). Os resultados, apresentados na Tabela 6, revelam algumas relações significativas entre as variáveis.

Tabela 6 – Teste de Causalidade de Granger

Direção do efeito	Lag	Valor do Teste	P-valor	Conclusão *
$Pe \rightarrow X^S$	1	157.521	0,2226	Não
$X^S \rightarrow Pe$		133.247	0,2608	Não
$Y^* \rightarrow X^S$	1	727.538	0,0132	Sim
$X^S \rightarrow Y^*$		634.098	0,0196	Sim
$TC \rightarrow X^S$	1	0,01578	0,9012	Não
$X^S \rightarrow TC$		289.468	0,103	Não
$Y^* \rightarrow Pe$	1	109.560	0,0032	Sim
$Pe \rightarrow Y^*$		863.650	0,0076	Sim
$TC \rightarrow Pe$	1	0,02362	0,8793	Não
$Pe \rightarrow TC$		331.189	0,0824	Não
$TC \rightarrow Y^*$	1	329.714	0,0831	Não
$Y^* \rightarrow TC$		0,76137	0,3923	Não

Fonte: Elaboração própria a partir de estimações no E-Views (2024).

Nota: * rejeitando a hipótese nula de não causalidade.

Os resultados do teste de Causalidade de Granger revelam algumas relações significativas entre as variáveis. Primeiramente, verifica-se uma relação bidirecional de causalidade entre o PIB mundial e as exportações. Ou seja, o PIB mundial Granger-causa as exportações de cera vegetal (p -valor = 0.0132), e as exportações, por sua vez, também Granger-causam o PIB mundial (p -valor = 0.0196). Esses resultados demonstram uma forte ligação entre o desempenho econômico global e as exportações brasileiras de cera vegetal, o que concorda com a teoria econômica de que o crescimento econômico global pode aumentar a demanda por exportações, enquanto maiores volumes de exportação podem estimular o crescimento econômico em países exportadores.

Além disso, observa-se também uma relação de causalidade bidirecional entre o PIB mundial e o preço de exportação. O PIB mundial Granger-causa o preço de exportação (p -valor = 0.0032), e o preço de exportação também Granger-causa o PIB mundial (p -valor = 0.0076). Isso sugere que o aumento no PIB global pode elevar os preços de exportação devido ao aumento da demanda, e, ao mesmo tempo, os preços de exportação mais altos podem influenciar o nível de atividade econômica global.

Por outro lado, não foram encontradas evidências de causalidade significativa entre a taxa de câmbio (TC) e as outras variáveis. Embora o PIB mundial tenha apresentado uma relação próxima da significância com a taxa de câmbio (p -valor = 0.0831), os resultados não foram suficientemente robustos para rejeitar a hipótese nula de ausência de causalidade no nível de significância de 5%. Esse resultado pode indicar que, no período analisado, as variações na taxa de câmbio não foram impulsionadas diretamente pelos fatores analisados, ou que esses efeitos foram diluídos por outros determinantes macroeconômicos externos.

Portanto, as principais relações causais significativas no sentido Granger identificadas foram entre o PIB mundial, as exportações de cera vegetal e o preço de exportação, destacando a importância do contexto econômico global para o comportamento das exportações brasileiras de cera vegetal.

5.2 Análise da função impulso-resposta

Esta seção analisa a resposta da variável X^S (Exportação de Cera Vegetal) às inovações (impulsos) de um desvio-padrão de cada uma das demais variáveis (P_e , Y^* e TC). Na Figura 3, a linha cheia dos gráficos corresponde a pontos estimados da função resposta a impulso de cada ação das demais variáveis, em uma unidade de desvio-padrão. Já as linhas pontilhadas representam uma faixa de duas unidades de desvio-padrão para mais ou para menos, ou seja, representam o intervalo de confiança da função impulso-resposta. Se a linha preta toca o eixo horizontal, o efeito das demais variáveis naquele período é considerado insignificante.

Para a análise das funções impulso-resposta no modelo VAR, empregou-se a decomposição de Cholesky, a qual requer o ordenamento prévio das variáveis. A sequência adotada foi $Y^* \rightarrow P_e \rightarrow X^S \rightarrow TC$, implicando que choques em Y^* impactam diretamente todas as outras variáveis. Essa estruturação se baseia na premissa de que o PIB mundial, sendo uma variável exógena, exerce influência tanto sobre os preços quanto sobre as exportações, demonstrando menor suscetibilidade a influências das outras variáveis no curto prazo. Dando sequência, o preço de exportação impacta diretamente as exportações, que, por sua vez, afetam a taxa de câmbio — a variável considerada mais endógena nesse sistema. Assim, a escolha dessa ordenação reflete as relações de causalidade previamente identificadas, possibilitando uma interpretação mais precisa das respostas a choques entre as variáveis do modelo.

A Figura 3 mostra, na primeira linha, que o valor das exportações de cera vegetal pode reagir a impulsos provenientes das demais variáveis. Dessa forma, a resposta de X^S a choques em si próprio é forte no primeiro período, com um valor de 12,49. Esse resultado é consistente com a literatura sobre inércia nas exportações, em que choques passados nas exportações têm impacto significativo sobre as exportações futuras. Esse fenômeno reflete a ideia de que a presença em

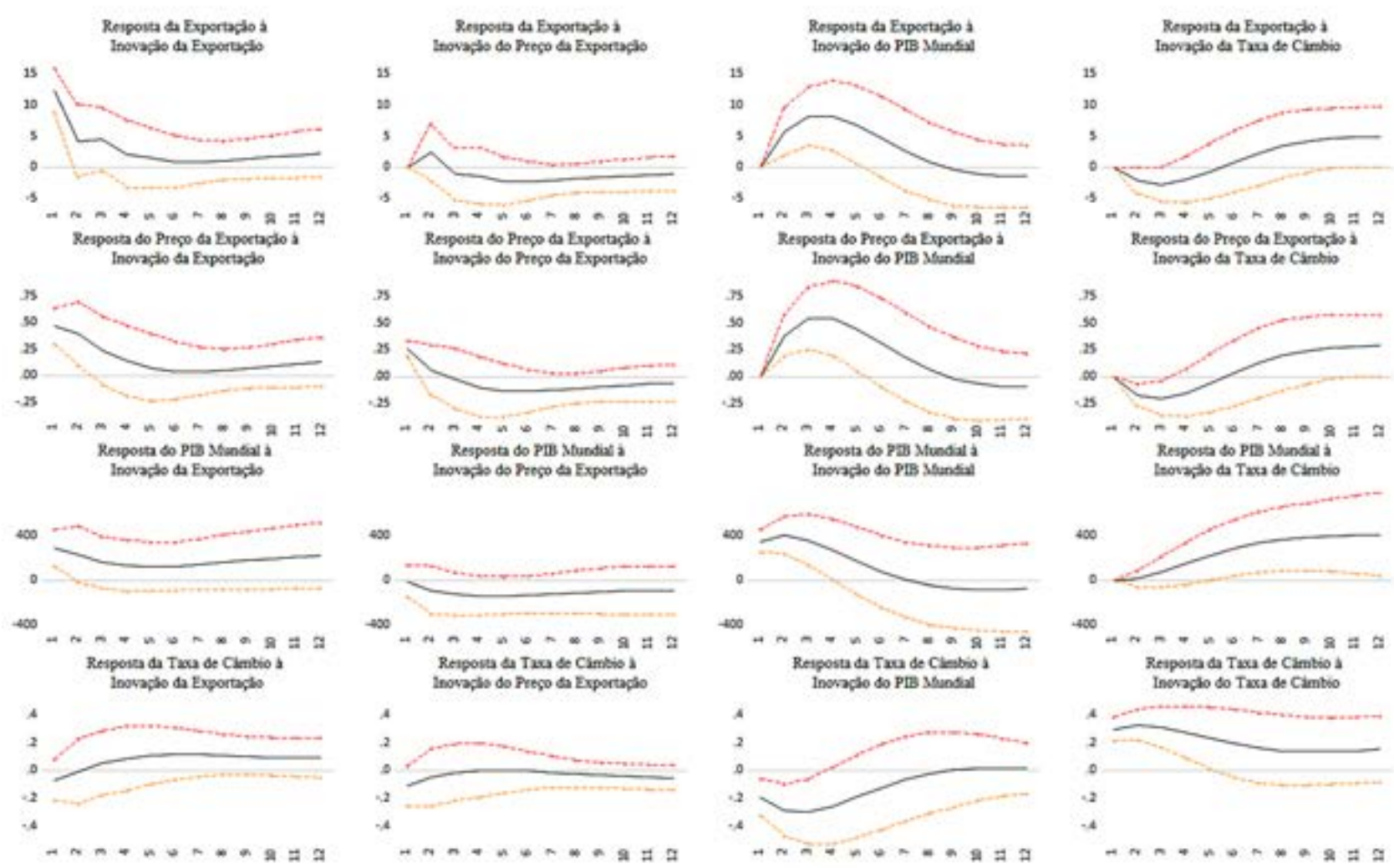
mercados internacionais cria uma base de clientes e infraestrutura que podem sustentar as exportações ao longo do tempo. Ao longo dos períodos subsequentes, o efeito dos choques nas exportações diminui, mas permanece positivo até o final do horizonte analisado, com um valor de 2,28 no período 12. Esse comportamento gradual de dissipação é comum em mercados onde as condições competitivas são estáveis.

Os choques no preço de exportação não têm impacto imediato (período 1), mas a partir do segundo período observa-se um efeito negativo nas exportações. Esse efeito negativo persiste ao longo do tempo, atingindo -2,15 no período 5. A teoria econômica sugere que o aumento no preço dos bens exportados reduz a demanda, especialmente em mercados onde a elasticidade-preço da demanda é alta. Isso reflete a sensibilidade das exportações de produtos primários como a cera vegetal, que enfrentam maior concorrência e pouca diferenciação no mercado internacional (Krugman, 2015). A relação negativa observada é consistente com a teoria tradicional de oferta e demanda, em que o aumento dos preços reduz a competitividade internacional dos produtos exportados (Baldwin e Taglioni, 2006).

Yasmin Mara dos Santos Vieira, Rafael Bráz Azevedo Farias e Carlos Tadeu dos Santos Dias

Figura 3 – Gráfico das funções de impulso-resposta.

Resposta a Cholesky One S.D. (d.f. ajustado) Inovações ± 2 S.E.s assintóticos analíticos



Fonte: Elaboração própria a partir de estimações no E-Views (2024).

Nota: No eixo das abcissas (x), tem-se o tempo em trimestres, e no eixo das ordenadas (y), as mudanças de desvio-padrão.

Choques no PIB *per capita* resultam em efeitos positivos sobre as exportações de cera vegetal. A partir do segundo período, observa-se um aumento consistente nas exportações, atingindo um pico de 8,32 no terceiro e quarto período. Esse resultado corrobora a literatura que aponta a relação positiva entre crescimento econômico global e a demanda por produtos exportados. Um aumento no PIB *per capita* nos países importadores tende a aumentar o poder de compra, favorecendo a demanda por produtos exportados, como observado nesse caso. O efeito positivo persistente sugere que a cera vegetal pode ser sensível ao crescimento econômico externo, reforçando a importância de se manter a competitividade em mercados onde o crescimento da renda eleva a demanda por insumos.

A resposta das exportações de cera vegetal a choques na taxa de câmbio (*TC*) apresenta uma dinâmica interessante. Nos primeiros períodos, a resposta é negativa, com um valor de -2,07 no segundo período, mas, a partir do sexto período, o efeito se reverte e torna-se positivo, alcançando 4,92 no período 12. Esse padrão é compatível com a literatura que discute os efeitos de curto e longo prazo das flutuações cambiais sobre as exportações (Assis *et al.*, 2019). De forma geral, uma depreciação cambial tende a tornar os produtos domésticos mais baratos em termos relativos, favorecendo as exportações, mas pode haver uma defasagem temporal para ser possível ajustar suas decisões de comércio internacional. A resposta inicial negativa pode ser explicada por efeitos de curto prazo, como incertezas e custos de ajuste, enquanto os efeitos positivos de longo prazo refletem a melhoria da competitividade dos produtos no mercado externo após a estabilização das expectativas cambiais.

5.3 Decomposição da variância

A decomposição da variância dos erros de previsão (FEVD), exposta na Tabela 7, permite identificar a proporção da variância da variável dependente que pode ser explicada por choques em suas próprias inovações e nas inovações das variáveis explicativas.

Com isso, a análise da decomposição da variância corrobora os resultados achados nas funções impulso-resposta ao quantificar as proporções da variância das exportações de cera vegetal que podem ser atribuídas aos choques nas variáveis explicativas ao longo do tempo. Nos primeiros períodos, as exportações são totalmente explicadas por choques internos, a totalidade da variância

das exportações é explicada por choques em si própria, com 100% da variância atribuída a X^S . Esse resultado é esperado, já que, no primeiro momento, as exportações são influenciadas unicamente por choques passados na própria série.

Tabela 7 – Decomposição da variância para exportações de cera vegetal

Período	S.E.	X^S	P_e	Y^*	TC
1	12,4874	100,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	14,7839	79,8587	2,6867	15,4942	1,9603
3	17,8286	61,6053	2,1993	32,4297	3,7655
4	19,9320	50,4279	2,2162	43,3763	3,9794
5	21,2616	44,8357	2,9704	48,6168	3,5768
6	21,9481	42,2475	3,7439	50,4586	3,5498
7	22,3589	40,8701	4,4590	50,1283	4,5424
8	22,7441	39,7101	4,9312	48,6364	6,7222
9	23,2260	38,4252	5,1611	46,6519	9,7617
10	23,8093	37,0783	5,2034	44,5782	13,1400
11	24,4505	35,8440	5,1428	42,5793	16,4338
12	25,1042	34,8287	5,0432	40,6979	19,4300

Fonte: Elaboração própria a partir de estimações no E-Yiews (2024).

Contudo, ao longo do tempo, a variância explicada por choques em Y^* aumenta substancialmente, atingindo 50,46% no sexto período. Esse resultado destaca a relevância do crescimento econômico dos países importadores como um dos principais determinantes das exportações no médio prazo (Bergstrand, 1985).

A taxa de câmbio (TC) ganha importância crescente ao longo dos períodos, passando de uma contribuição de 1,96% no segundo período para 19,43% no décimo segundo. Esse aumento na importância de TC confirma a hipótese de que as flutuações cambiais impactam significativamente a competitividade das exportações brasileiras, especialmente no longo prazo, segundo Assis *et al*, (2019). O aumento da participação de TC na decomposição da variância reflete a sensibilidade das exportações às variações cambiais, que influenciam tanto o preço dos produtos no mercado internacional quanto a margem de lucro dos exportadores.

Já o preço de exportação tem um impacto relativamente pequeno em comparação com Y^* e TC . A persistência do impacto de Y^* e o aumento da relevância da taxa de câmbio no longo prazo corroboram a literatura sobre os determinantes das exportações, em que o crescimento econômico e as condições cambiais são fatores cruciais na explicação das variações no comércio internacional. O papel relativamente pequeno do preço de exportação pode indicar que, embora sua contribuição cresça ao longo do tempo, atingindo 5,04% no décimo segundo período, ela permanece modesta. Isso pode ser explicado pela natureza da cera vegetal como uma *commodity*, cujo preço é mais influenciado por condições de mercado global do que por fatores específicos do Brasil.

6 CONCLUSÃO

Este estudo teve como objetivo estimar uma função de oferta de exportação de cera vegetal brasileira entre os anos de 1997 e 2022, buscando compreender os principais determinantes do comércio desse produto. O modelo econométrico adotado considerou o valor das exportações como variável dependente e preço de exportação, a taxa de câmbio e a renda mundial (PIB *per capita*) como variáveis explicativas.

Os testes de Causalidade de Granger indicam uma relação bidirecional entre o PIB mundial e as exportações de cera vegetal, reforçando a ideia de que o desempenho econômico global é crucial para o comércio brasileiro desse produto. Essa relação corrobora a teoria econômica, que sugere que o crescimento global estimula a demanda por exportações, enquanto estas, por sua vez, podem impulsionar o crescimento nos países exportadores.

Os resultados da análise de impulso-resposta revelam que as exportações de cera vegetal são sensíveis a choques no PIB *per capita* e na taxa de câmbio, confirmando a importância de fatores externos, como a renda dos países importadores e a competitividade cambial, na dinâmica das exportações. A resposta positiva das exportações a choques no PIB per capita reforça a noção de que um aumento no poder de compra nos mercados importadores favorece a demanda por produtos. Já a influência da taxa de câmbio, inicialmente negativa, torna-se positiva no longo prazo, convergindo com a literatura sobre o impacto defasado das flutuações cambiais na competitividade das exportações. Esses resultados são consistentes com a literatura de comércio internacional, que aponta para a importância dos mercados externos e da competitividade cambial na determinação das exportações de produtos.

A decomposição da variância revelou que, no curto prazo, as exportações são predominantemente influenciadas por choques internos, enquanto fatores externos, como o PIB *per capita* e a taxa de câmbio, tornam-se mais relevantes no médio e longo prazo. O preço de exportação, embora tenha um impacto positivo, mostrou-se menos significativo, provavelmente devido à natureza da cera vegetal como *commodity*, cujo preço é determinado pelas condições do mercado global.

Em síntese, os resultados confirmam a complexidade das relações entre as variáveis analisadas e destacam a necessidade de uma abordagem integrada para impulsionar as exportações de cera vegetal. A interdependência entre o PIB mundial, as exportações de cera vegetal e a taxa de câmbio enfatiza a importância de políticas econômicas que promovam a estabilidade cambial e a exploração de mercados em expansão.

Para os exportadores, a adoção de estratégias práticas, como a gestão de riscos cambiais, a diversificação de mercados e o investimento em inovação e sustentabilidade, pode ser crucial para aumentar a competitividade internacional. O estudo destacou a importância do PIB *per capita* dos países importadores como um fator relevante para as exportações. Portanto, os exportadores brasileiros devem focar em mercados com crescimento acelerado de renda, como países emergentes. A diversificação de mercados pode reduzir a dependência de um único mercado e mitigar riscos associados a crises econômicas em regiões específicas.

Já para os formuladores de políticas, a implementação de medidas que promovam a estabilidade econômica e facilitem o acesso a novos mercados pode ser fundamental para alavancar as exportações brasileiras de cera vegetal. Os resultados deste estudo têm implicações significativas, em que, dada a sensibilidade das exportações de cera vegetal às flutuações cambiais, políticas que promovam a estabilidade da taxa de câmbio são essenciais. Isso pode incluir a adoção de mecanismos de cunho cambial para os exportadores, bem como políticas monetárias que visem a redução da volatilidade cambial. As políticas de incentivos fiscais, como redução de impostos para exportadores de cera vegetal, podem aumentar a competitividade internacional do produto brasileiro. Subsídios para a modernização da infraestrutura de produção e logística também podem ser considerados, visando reduzir custos e aumentar a eficiência das exportações.

Assim, este estudo não somente contribui para a literatura acadêmica sobre comércio internacional, mas também oferece aspectos valiosos para a prática, destacando a importância de uma abordagem multifacetada para o crescimento sustentável das exportações de cera vegetal brasileira.

REFERÊNCIAS

ALVES, M. O.; COELHO, J. D. Extrativismo da carnaúba: o desafio de estimar os resultados econômicos. Anais do 46º Congresso de Economia, Administração e Sociologia Rural, 2008.

ASSIS, T. M. d.; FONSECA, L. F. C.; FEIJÓ, C. A. d. V. C. Determinantes do repasse cambial: uma resenha com foco no caso brasileiro. **Revista de Economia Contemporânea**, SciELO Brasil, v. 23, p. e192311, 2019.

AZEVEDO, A. F. Z.; PORTUGAL, M. S.; NETO, P. C. F. d. B. Impactos comerciais da Área de livre comércio das américas: Uma aplicação do modelo gravitacional. **Revista de Economia Contemporânea**, v. 10, n. 2, p. 237–267, 2006. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rec/a/rKBS9DTpQgf6gnYXjfLbnxy/?format=pdf&lang=pt>>.

BALDWIN, R.; TAGLIONI, D. **Gravity for dummies and dummies for gravity equations**. 2006.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Taxa de câmbio - R\$ / US\$ - comercial - venda - média (bm_erv). 2024**. Boletim, Seção Balanço de Pagamentos (Bacen / Boletim / BP). Disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br/ExibeSerie.aspx?serid=31924>.

BARROS, G. C.; BACCHI, M. R. P.; BURNQUIST, H. L. Estimação de equações de oferta de exportação de produtos agropecuários para o brasil, 1992–2000. **IPEA, Texto para Discussão**, v. 865, 2002.

BERGSTRAND, J. H. The gravity equation in international trade: Some microeconomic foundations and empirical evidence. **The Review of Economics and Statistics**, JSTOR, v. 67, n. 3, p. 474, ago. 1985. ISSN 0034-6535. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2307/1925976>>.

BUENO, R. D. L. D. S. **Econometria de séries temporais**. [S.l.]: Cengage Learning, 2008.

CARVALHO, J. N. F. de; GOMES, J. M. A. Pobreza, emprego e renda na economia da carnaúba. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 40, n. 2, p. 361–378, 2009. Disponível em: <<https://www.bnb.gov.br/revista/ren/article/view/357/306>>.

COSTA, V. L. dos S.; SOARES, T. F. O.; GOMES, J. M. A. Política de garantia de preços mínimos para a cera de carnaúba: comparação entre preços mínimos e preços de mercado das safras de 2003/2004-2011/2012. **INFORME ECONÔMICO (UFPI)**, v. 30, n. 2, 2013.

COUTINHO, E. S.; LANA-PEIXOTO, F. de V.; FILHO, P. Z. R.; AMARAL, H. F. De smith a porter: um ensaio sobre as teorias de comércio exterior. **REGE Revista de Gestão**, v. 12, n. 4, p.101–113, 2005.

GONÇALVES, R. **Economia Política Internacional: Fundamentos Teóricos e as Relações Internacionais do Brasil**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

HAMILTON, J. D. **Time series analysis**. [S.l.]: Princeton University Press, 2020.

JOHANSEN, S. Statistical analysis of cointegration vectors. **Journal of Economic Dynamics and Control**, v. 12, n. 2, p. 231–254, 1988. ISSN 0165-1889. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0165188988900413>>.

JÚNIOR, S. K.; REIS, G. H. A. d.; JUNIOR, R. T. Repasse cambial na indústria de transformação brasileira: uma análise para preços de importações e ao atacado-1999 a 2012. **Economia e Sociedade**, SciELO Brasil, v. 25, p. 25–50, 2016.

KRUGMAN, P. Differences in income elasticities and trends in real exchange rates. **European Economic Review**, Elsevier BV, v. 33, n. 5, p. 1031–1046, maio 1989. ISSN 0014-2921.

KRUGMAN, P. R.; OBSTFELD, M.; MELITZ, M. J. **Economia Internacional**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2015.

LIMA, E. C. R. **The interpretation of coefficients of the vector autoregressive model**. [S.l.], 2015.

LOURENÇO, G. M. Economia brasileira. **Análise Conjuntural**, v. 25, n. 3-4, 2003.

LütKEPOHL, H. **New Introduction to Multiple Time Series Analysis**. [S.l.]: Springer Berlin Heidelberg, 2005. ISBN 9783540277521.

MDIC. ComexStat. 2024. Acesso em: 10 mar. 2024. Disponível em: <<http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>>.

PADRÓN, A. da R. S. Estimando novas funções de exportação para o Brasil (1990-2014). 86 p. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016. Orientadora: Viviane Luporini. Coorientador: Cláudio Hamilton Matos dos Santos.

PESARAN, H. H.; SHIN, Y. Generalized impulse response analysis in linear multivariate models. **Economics letters**, Elsevier, v. 58, n. 1, p. 17–29, 1998.

PORTER, M. E. **Competição: Estratégias Competitivas Essenciais**. Rio de Janeiro: Campus, 1999. 167-208 p.

RICARDO, D. **Princípio de economia política e tributação**. [S.l.]: Nova Cultural, 1985.

SIMS, C. A. Macroeconomics and reality. **Econometrica**, v. 48, n. 1, p. 1-48, 1980.

SMITH, A. A riqueza das nações (4ª edição). **Volume I. Serviço de Educação**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1776.

STOCK, J. H.; WATSON, M. W. **Introduction to econometrics**. [S.l.]: Pearson, 2020.

World Bank. **GDP (current US\$)**. 2024. Acesso em: 10 mar. 2024. Disponível em: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD?most_recent_year_desc=false>.

XAVIER, L. F. **Exportações entre brasil e china: uma análise desagregada sobre o aproveitamento de oportunidades comerciais**. Universidade Federal de Pernambuco, 2013.