

Impactos Da Taxa De Câmbio E Renda Mundial Nas Exportações De Café Brasileiro (2000-2024): Uma Análise Dinâmica Via Vetores Com Correção De Erros

Impacts of Exchange Rate and World Income on Brazilian Coffee Exports (2000-2024): A Dynamic Vector Error Correction Analysis

Diego Fernandes Figueiredo

Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar da UFPel. Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil

Alain Hernandez Santoyo

Professor Visitante do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Territorial e Sistemas Agroindustriais da UFPEL. Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil

Rodrigo Nobre Fernandez

Professor Associado do Departamento de Economia. Professor do Programa de Pós-Graduação em Organizações e Mercados Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil

Gabrielito Rauter Menezes

Professor do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Territorial e Sistemas Agroindustriais da UFPEL. Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil

GT 01 - Mercados agrícolas e comércio exterior

Resumo: O presente artigo analisa os determinantes das exportações brasileiras de café no período de 2000 a 2024, focando na sensibilidade dos volumes exportados em relação às variações na taxa de câmbio efetiva real e na renda mundial. A base teórica fundamenta-se nas discussões sobre a condição de Marshall-Lerner e o fenômeno de *overshooting* cambial em *commodities*. Metodologicamente, empregou-se o modelo de Vetores com Correção de Erros (VECM) para identificar as relações de curto e longo prazos. Os resultados indicam uma relação de cointegração estável, com uma elasticidade-renda de 0,9356, evidenciando que o café se comporta como um bem normal. A taxa de câmbio, embora não apresente significância estatística no longo prazo, demonstra ser um motor conjuntural relevante no curto prazo, com um coeficiente de ajuste de 36,1% ao mês. As funções de impulso-resposta confirmam a ocorrência de sobre-reação (*overshooting*) dos volumes físicos frente a choques cambiais, dissipando-se após o segundo ano. Conclui-se que a inserção externa do café brasileiro é estruturalmente dependente do crescimento da atividade econômica global.

Palavras-chave: Café; Exportações; VECM; Elasticidade; Agronegócio.

Abstract: This article analyzes the determinants of Brazilian coffee exports from 2000 to 2024, focusing on the sensitivity of exported volumes to variations in the real effective exchange rate and world income. The theoretical framework is based on discussions regarding the Marshall-Lerner condition and the phenomenon of exchange rate *overshooting* in commodities. Methodologically, the Vector Error Correction Model (VECM) was employed to identify short- and long-term relationships. The results indicate a stable cointegration relationship, with an income elasticity of 0.9356, evidencing that coffee behaves as a normal good. Although the exchange rate does not show statistical significance in the long run, it proves to be a relevant cyclical driver in the short term, with an adjustment coefficient of 36.1% per month. Impulse-response functions confirm the occurrence of overshooting in physical volumes in response to exchange rate shocks, dissipating after the second year. It is concluded that the international market integration of Brazilian coffee is structurally dependent on the growth of global economic activity.

Keywords: Coffee; Exports; VECM; Elasticity; Agribusiness.

1. Introdução

O café desempenha um papel central na formação econômica e social do Brasil, consolidando-se como um dos principais pilares do agronegócio nacional. Desde a sua introdução no território brasileiro no século XVIII, a cultura expandiu-se de forma a moldar a infraestrutura de transporte, o sistema financeiro e a própria urbanização do país, especialmente na região Sudeste. Ao longo dos séculos XIX e XX, o café foi o principal motor das exportações brasileiras, garantindo o influxo de divisas necessárias para os primeiros esforços de industrialização.

Dando continuidade a essa trajetória histórica, na contemporaneidade, o Brasil mantém a posição de maior produtor e exportador mundial de café, um posto que ocupa há mais de 150 anos. De acordo com dados do *United States Department of Agriculture* (USDA, 2025), a produção brasileira na safra 2024/2025 foi estimada em aproximadamente 55,6 milhões de sacas de 60 kg. Este volume é sustentado por um parque cafeeiro moderno e tecnificado, onde a coexistência das espécies *Coffea arabica* e *Coffea canephora* (conilon) permite ao país atender a diferentes nichos de mercado, desde o consumo de massa até os cafés especiais de alto valor agregado.

Essa proeminência produtiva reflete-se diretamente na balança comercial, sendo evidenciada pelo expressivo volume de embarques. Segundo dados do sistema Comex Stat (BRASIL, 2024), as exportações de café verde alcançaram patamares que representam cerca de 28,1% do total transacionado globalmente. Tal hegemonia coloca o Brasil em uma posição de destaque, mas também expõe a economia doméstica às volatilidades do mercado internacional, onde as cotações são formadas em bolsas de valores como a de Nova York e Londres, sofrendo influência direta de variáveis macroeconômicas globais.

Sob a perspectiva desse mercado globalizado, o café é classificado como uma *commodity* agrícola, caracterizando-se por ser um produto padronizado, com baixo grau de diferenciação e preço determinado pela interação entre oferta e demanda global. Nesse contexto de globalização produtiva, a inserção do café brasileiro no exterior ocorre em um ambiente de alta competitividade e incerteza. Conforme aponta Monteiro (2015), o setor cafeeiro brasileiro passou por profundas reestruturações após a desregulamentação do mercado na década de 1990, migrando de um sistema de cotas e intervenção estatal para um modelo de livre mercado.

Diante desse novo cenário, a performance exportadora passou a depender não apenas da produtividade física, mas da habilidade do setor em gerir os riscos advindos da macroeconomia.

As *commodities* agrícolas são particularmente sensíveis aos ciclos econômicos globais, de modo que, quando a atividade econômica mundial se expande, há uma tendência de elevação do consumo de bens normais, categoria na qual o café se insere. Inversamente, períodos de recessão global podem retrair os volumes embarcados e pressionar as receitas dos exportadores.

Para além dessas oscilações de demanda, a dinâmica das quantidades exportadas de café é influenciada por fatores intrínsecos à oferta. Pelo lado produtivo, a característica perene do cafeeiro impõe uma rigidez biológica, uma vez que novos investimentos em plantio levam anos para gerar produção efetiva. Assim, as variações de curto prazo nas exportações dependem fundamentalmente da gestão dos estoques e da resposta dos produtores aos incentivos de preço, os quais são diretamente afetados pela taxa de câmbio e pela renda mundial.

Dentre essas variáveis, a taxa de câmbio destaca-se como um dos preços mais importantes em uma economia aberta, atuando como o elo entre os preços domésticos e os preços internacionais. No caso brasileiro, o regime de câmbio flutuante, adotado a partir de 1999, introduziu uma nova camada de volatilidade para o agronegócio. Como o café é precificado em dólares americanos no mercado internacional, qualquer oscilação na paridade entre o Real e o Dólar altera imediatamente a rentabilidade do exportador em moeda nacional.

Teoricamente, uma desvalorização da moeda doméstica, que representa um aumento da taxa de câmbio, torna o produto nacional mais barato para o comprador estrangeiro ou aumenta a margem de lucro do exportador em reais. Sob o prisma analítico de Dornbusch (1976), as *commodities* apresentam uma velocidade de ajuste de preços superior à de outros bens, fenômeno conhecido como *overshooting*. No setor cafeeiro, isso implica que choques cambiais podem gerar respostas rápidas nas quantidades físicas exportadas, à medida que os agentes buscam aproveitar janelas de oportunidade para desovar estoques e maximizar receitas.

Contudo, cabe ressaltar que o impacto do câmbio não é uniforme no tempo. No curto prazo, a resposta pode ser limitada por contratos previamente fixados e por restrições logísticas, ao passo que, no longo prazo, a taxa de câmbio real afeta as decisões de investimento em renovação de cafezais e adoção de tecnologias. O debate acadêmico, fundamentado em autores como Magee (1973) e Gujarati e Porter (2011), sugere que a relação entre câmbio e exportações depende da elasticidade-preço da demanda, sendo necessário investigar se o café brasileiro possui poder de mercado suficiente para que as flutuações cambiais não sejam anuladas por ajustes de preços internacionais.

Somada à variável monetária, a renda mundial atua como o principal determinante da demanda externa. O crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) dos principais parceiros

comerciais do Brasil, como União Europeia e Estados Unidos, bem como a emergência de novos mercados consumidores na Ásia, dita o ritmo de crescimento das exportações cafeeiras. A partir dessa relação, nota-se que o consumo de café é frequentemente analisado sob a ótica da Lei de Thirlwall, que relaciona o crescimento econômico de longo prazo à performance das exportações e à elasticidade-renda da demanda.

Dentro dessa lógica, se a elasticidade-renda for positiva, o café é classificado como um bem normal. Conforme observado em modelos econométricos aplicados ao setor (BAFFES; KABUNDI; NAGLE, 2020), o café tende a apresentar uma elasticidade-renda próxima à unidade ou ligeiramente inelástica em mercados maduros. Isso significa que o consumo de café é resiliente, mas ainda assim dependente da manutenção do poder de compra global. O aumento da renda mundial não apenas expande o volume consumido, mas também promove uma sofisticação da demanda, incentivando a exportação de grãos de maior qualidade.

Nesse sentido, a análise da renda mundial torna-se ainda mais crítica ao considerar o período de 2000 a 2024. Este intervalo engloba eventos de grande magnitude, como a crise financeira de 2008, o superciclo das *commodities* e os efeitos da pandemia de COVID-19. Cada um desses eventos alterou a trajetória da renda global e, consequentemente, impactou os fluxos comerciais de café. Compreender como o volume exportado de café brasileiro reagiu a essas oscilações de renda é fundamental para avaliar a sustentabilidade do setor no longo prazo.

Apesar da relevância desses fatores e da vasta literatura sobre o agronegócio brasileiro, as pesquisas que isolam os efeitos dinâmicos de curto e longo prazos do câmbio e da renda especificamente para o volume físico de café no período recente ainda apresentam lacunas. Muitos estudos focam apenas no valor monetário das exportações, o que pode mascarar o comportamento real das quantidades produzidas e embarcadas. O uso de modelos vetoriais com correção de erros (VECM) justifica-se pela necessidade de tratar a não-estacionariedade das séries econômicas e de identificar a velocidade de ajuste do setor frente a desequilíbrios.

Dessa forma, a problemática central deste artigo pode ser sintetizada na seguinte questão: qual a intensidade e a persistência dos impactos da taxa de câmbio real e da renda mundial sobre as quantidades exportadas de café brasileiro entre os anos de 2000 e 2024? A hipótese subjacente é que, embora o câmbio ofereça estímulos conjunturais de curto prazo via *overshooting*, a renda mundial permanece como o determinante estrutural que garante a trajetória de crescimento das exportações cafeeiras no longo prazo.

Com base nessas premissas, o objetivo geral deste trabalho é analisar os impactos da taxa de câmbio real e da renda mundial sobre as quantidades exportadas de café brasileiro no

período de 2000 a 2024. Para alcançar este propósito, estabeleceram-se os seguintes objetivos: identificar as relações de equilíbrio de longo prazo (cointegração) entre as variáveis macroeconômicas e os volumes de café exportados; mensurar as elasticidades-renda e elasticidades-câmbio aplicáveis ao setor no horizonte temporal delimitado; avaliar a dinâmica de curto prazo e a velocidade de correção de erros do setor cafeeiro frente a choques exógenos; analisar a persistência e a magnitude das respostas das exportações a impulsos na renda mundial e na taxa de câmbio através de funções de impulso-resposta.

Por fim, este artigo está estruturado em cinco seções, incluindo esta introdução. A segunda seção apresenta o referencial teórico que sustenta a análise. A terceira seção descreve a metodologia e a base de dados utilizada. A quarta seção apresenta e discute os resultados obtidos através da modelagem VECM. Por fim, a quinta seção expõe as considerações finais e as implicações para o setor.

2. Fundamentação Teórica

A compreensão das exportações brasileiras de café exige, inicialmente, o resgate das teorias clássicas e neoclássicas do comércio internacional. A base do pensamento sobre o intercâmbio entre nações reside na Teoria das Vantagens Comparativas de David Ricardo, que postula que os países devem se especializar na produção e exportação de bens nos quais possuam maior eficiência relativa. No caso brasileiro, essa eficiência é historicamente associada à abundância de recursos naturais e condições climáticas favoráveis para a cafeicultura.

Posteriormente, o Modelo de Heckscher-Ohlin (H-O) refinou essa percepção ao argumentar que o comércio internacional é determinado pela dotação relativa de fatores de produção. Sob essa ótica, o Brasil, sendo um país com vasta extensão de terras agricultáveis e clima tropical, possui uma vantagem natural na produção de *commodities* agrícolas. Segundo Souza (2018), a dotação de fatores não é estática, mas a vantagem comparativa do Brasil no setor de café consolidou-se através de décadas de investimentos em pesquisa agrônômica e infraestrutura logística, permitindo que o país mantivesse a liderança global mesmo diante da emergência de novos competidores.

Entretanto, as críticas às teorias clássicas, notadamente através da Tese de Prebisch-Singer, sugerem que países exportadores de produtos primários enfrentam uma tendência de deterioração nos termos de troca no longo prazo (PREBISCH, 1950; SINGER, 1950). Essa tese argumenta que a elasticidade-renda da demanda por produtos primários é menor do que a de

produtos industrializados, o que levaria a um crescimento mais lento das receitas de exportação em comparação com os gastos de importação. No caso do café, essa discussão é vital para entender se o aumento da renda mundial se traduz em ganhos proporcionais para os produtores brasileiros ou se o setor está preso em uma armadilha de preços baixos decorrentes da excessiva oferta global.

A taxa de câmbio é o preço relativo que exerce a maior influência sobre as decisões de alocação de recursos em uma economia aberta. A teoria tradicional estabelece que uma desvalorização da moeda nacional reduz o preço dos bens exportados em termos de moeda estrangeira, aumentando a competitividade do produto no exterior. Este mecanismo é regido pela Condição de Marshall-Lerner, que afirma que a desvalorização cambial melhora o saldo comercial se a soma das elasticidades-preço da demanda por exportações e importações for maior que a unidade.

No mercado de café, a análise cambial assume contornos específicos devido ao fato de o produto ser uma *commodity* precificada em dólares. Quando o Real sofre uma depreciação, o preço em dólares do café brasileiro no mercado internacional pode não sofrer uma queda imediata, mas o produtor doméstico recebe uma quantidade maior de Reais por saca exportada. Este aumento da rentabilidade interna incentiva o escoamento da produção e a redução dos estoques reguladores. Conforme destaca Dornbusch (1976), as variáveis financeiras, como o câmbio, ajustam-se com velocidade superior aos preços das mercadorias.

Esse fenômeno é conhecido como *overshooting* ou sobre-reação cambial. Em resposta a choques na taxa de câmbio, os preços das *commodities* agrícolas tendem a reagir de maneira desproporcional no curto prazo para compensar a rigidez dos preços em outros setores da economia. Para o exportador de café, isso significa que períodos de alta volatilidade cambial geram sinais de preços que podem provocar surtos de exportação, independentemente da situação da colheita atual. A literatura econômica contemporânea, incluindo os estudos de Saghaian, Reed e Marchant (2002), reforça que o setor agrícola é um dos canais primários de transmissão desses choques monetários, tornando o café brasileiro altamente sensível às políticas cambiais adotadas pelo Banco Central do Brasil.

A relação entre o crescimento das exportações e o crescimento econômico mundial é frequentemente explicada através da Lei de Thirlwall ou Modelo de Crescimento Restrito pelo Balanço de Pagamentos. Segundo Thirlwall, a taxa de crescimento de longo prazo de um país está ligada à razão entre o crescimento das exportações e a elasticidade-renda da demanda por

importações. No contexto das exportações brasileiras de café, o foco reside na elasticidade-renda da demanda mundial pelo produto nacional.

A elasticidade-renda mede a sensibilidade da quantidade demandada de um bem frente a variações na renda dos consumidores. Se o coeficiente for positivo e menor que um, o café é considerado um bem necessário ou normal. Se for maior que um, caracteriza-se como um bem de luxo ou superior. De acordo com Baffes, Kabundi e Nagle (2020), o café apresenta comportamentos distintos conforme o nível de desenvolvimento dos países importadores. Em nações desenvolvidas, onde o consumo per capita já é elevado, a demanda tende a ser inelástica. Em contrapartida, em economias emergentes, o aumento da classe média promove uma rápida expansão do consumo, muitas vezes acompanhada pela migração para cafés de maior qualidade.

A manutenção da liderança brasileira depende, portanto, da capacidade do país em atender a essa demanda gerada pelo crescimento da renda global. Conforme postulado pela abordagem da absorção, o aumento da renda mundial eleva a demanda agregada externa, o que, sob condições normais de oferta, impulsiona os volumes exportados. No entanto, se o café brasileiro apresentar uma elasticidade-renda muito baixa, o país corre o risco de perder relevância na pauta comercial global à medida que a economia mundial se sofisticava e prioriza bens com maior valor tecnológico agregado.

Para além das condicionantes de demanda externa, a oferta de café é moldada por características intrínsecas ao seu cultivo que impõem restrições biológicas significativas à dinâmica das exportações. Diferente de culturas anuais como soja e milho, o café é uma cultura perene cuja produção não responde instantaneamente a estímulos de preços devido ao tempo de maturação das lavouras, que levam entre três e quatro anos para atingir a escala comercial após o plantio. Além disso, a cultura do café arábica no Brasil é marcada pela bienalidade fisiológica, onde um ano de alta produtividade é sucedido por um ano de menor colheita, à medida que a planta recupera suas reservas nutricionais.

Essa característica gera uma rigidez na oferta que impacta diretamente a análise econométrica. Quando o câmbio ou a renda mundial sinalizam uma oportunidade de expansão, o ajuste nas quantidades exportadas ocorre primordialmente através da variação dos estoques acumulados. Segundo Monteiro (2015), os produtores e cooperativas brasileiras desempenham um papel fundamental na regulação do mercado através da retenção de estoques em períodos de preços baixos e liberação acelerada quando as condições macroeconômicas são favoráveis. A perenidade da cultura também implica em custos de saída elevados, visto que o cafeicultor não substitui facilmente sua lavoura por outra cultura em resposta a uma queda temporária na

renda mundial. Isso resulta em uma persistência nas séries temporais de exportação, onde os volumes embarcados hoje são fortemente influenciados pelo comportamento do setor nos meses anteriores, justificando o uso de modelos dinâmicos que considerem tais defasagens temporais.

Para capturar estatisticamente essas relações dinâmicas e a tendência de equilíbrio descritas, a fundamentação teórica para o uso de modelos de Vetores com Correção de Erros (VECM) reside na teoria da Cointegração, desenvolvida por Engle e Granger e aprimorada por Johansen. A ideia central é que variáveis econômicas como câmbio, renda e exportações podem apresentar comportamentos erráticos no curto prazo devido à não-estacionariedade, mas são movidas por forças comuns que as mantêm unidas no longo prazo. A cointegração representa, portanto, a existência de uma relação de equilíbrio da qual as variáveis não podem se desviar permanentemente.

Se as exportações de café se afastam desse equilíbrio devido a um choque cambial ou a uma crise financeira global, mecanismos de mercado atuam para trazer o sistema de volta à sua trajetória estável. O modelo VECM é a representação matemática desse processo, em que o coeficiente de correção de erro mensura a velocidade desse ajuste. Conforme ressaltado por Gujarati e Porter (2011), a análise de séries temporais sem a verificação de cointegração pode levar a conclusões espúrias, onde as variáveis parecem estar relacionadas apenas por compartilharem tendências temporais semelhantes. No estudo do café brasileiro, a aplicação dessa metodologia permite distinguir entre o que é um ruído estatístico passageiro e o que é uma mudança estrutural na competitividade do setor no cenário internacional.

Finalmente, é preciso considerar que o mercado internacional de café é caracterizado por uma estrutura de oligopólio no lado da demanda, dominada por grandes empresas torrefadoras multinacionais, e uma concorrência fragmentada no lado da oferta. O Brasil, embora seja o maior produtor, atua como um tomador de preços (*price taker*) na maior parte do tempo, visto que as cotações são determinadas nas bolsas de valores de Nova York (ICE) e Londres. Contudo, dada a magnitude da produção brasileira, choques de oferta no Brasil possuem o poder de reverter as tendências de preços mundiais. Essa interdependência torna o estudo das exportações brasileiras fundamental para a compreensão da segurança alimentar e do equilíbrio econômico do setor em nível global. Conforme dados do USDA (2025), a capacidade do Brasil em fornecer volumes constantes de café é o que garante a estabilidade dos preços internacionais, tornando o fluxo de divisas do país dependente da manutenção dessa eficiência produtiva.

3. Metodologia

A presente pesquisa caracteriza-se como um estudo de natureza quantitativa e aplicada, fundamentado no uso de técnicas econométricas de séries temporais para o tratamento de dados mensais compreendidos entre janeiro de 2000 e dezembro de 2024. Para a consecução dos objetivos propostos, as variáveis selecionadas foram o volume físico exportado de café verde (LCAFE_QL), a taxa de câmbio efetiva real (LCAMBIO) e a renda mundial (LRENDIA). Os dados referentes às quantidades foram extraídos do sistema Comex Stat, do Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços, agregando os códigos NCM 09011110 e 09011190. A taxa de câmbio efetiva real foi obtida junto à base de dados do IPEA Data, ao passo que a renda mundial foi construída a partir do Produto Interno Bruto (PIB) global a preços constantes disponibilizado pelo Banco Mundial, submetido a uma técnica de interpolação linear para a obtenção da frequência mensal necessária ao modelo. Previamente à estimação, todas as variáveis foram transformadas em logaritmos naturais ($\ln$), o que permite que os coeficientes estimados sejam interpretados diretamente como elasticidades.

O protocolo econométrico iniciou-se com a verificação da estacionariedade das séries por meio do teste de raiz unitária Dickey-Fuller Aumentado (ADF), visando identificar a ordem de integração das variáveis e evitar a ocorrência de regressões espúrias. Identificada a ordem de integração, o passo seguinte consistiu na determinação da estrutura ótima de defasagens (*lags*) para o sistema, orientada pelos critérios de informação de Akaike (AIC) e Schwarz (SC), buscando-se o equilíbrio entre a captura da dinâmica temporal e a parcimônia estatística. Com a ordem do sistema definida, aplicou-se o teste de cointegração de Johansen para verificar a existência de uma relação de equilíbrio estável de longo prazo entre as variáveis. Conforme ressaltado por Gujarati e Porter (2011), a análise de séries temporais sem a verificação de cointegração pode levar a conclusões errôneas sobre a causalidade econômica, especialmente em setores dependentes de fundamentos globais como o café.

Dada a confirmação da existência de cointegração, a técnica adotada para a análise definitiva dos dados foi o Modelo de Vetores com Correção de Erros (VECM). Esta metodologia justifica-se por permitir a distinção entre os coeficientes de longo prazo, representados no vetor de cointegração, e os movimentos de curto prazo, capturados pelas variáveis em primeira diferença e pelo mecanismo de correção de erros. O VECM reconcilia o comportamento de curto prazo de uma variável com seu valor de equilíbrio de longo prazo,

sendo ideal para captar a velocidade com que o setor cafeeiro brasileiro ajusta seus embarques portuários após choques exógenos.

Para complementar a análise dinâmica e verificar a persistência e a magnitude dos impactos macroeconômicos sobre o setor, foram geradas funções de impulso-resposta fundamentadas na decomposição de Cholesky. A ordenação das variáveis para estas funções seguiu a lógica de exogeneidade, posicionando a renda mundial e a taxa de câmbio como variáveis impulsionadoras e o volume exportado de café como a variável receptora do choque. Adicionalmente, utilizou-se a decomposição da variância do erro de previsão para mensurar a contribuição relativa de cada inovação macroeconômica na explicação da variabilidade das quantidades exportadas ao longo de um horizonte de vinte e quatro meses. Todo o processamento estatístico foi realizado com o auxílio do *software* EViews9, garantindo a precisão necessária para a interpretação dos resultados discutidos na seção subsequente.

4. Análise E Discussão Dos Resultados

A investigação dos determinantes das exportações de café brasileiro entre 2000 e 2024 fundamenta-se em uma abordagem econométrica dinâmica, capaz de isolar tendências estruturais de flutuações conjunturais. Nesta seção, os dados extraídos das estimativas são confrontados com a literatura especializada, permitindo uma compreensão profunda da sensibilidade do setor cafeeiro frente às variáveis macroeconômicas globais.

A robustez de um modelo de Vetores com Correção de Erros (VECM) depende, primordialmente, da correta especificação das defasagens e da identificação de relações de equilíbrio estáveis. A Tabela 1 apresenta os critérios de seleção de ordem para o sistema.

Tabela 1 – Critérios de Seleção de Defasagens do Modelo VAR (Café)

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
1	2199.072	NA	6.14e-11	-15.00049	-14.88717	-14.95510
2*	2457.888	506.9953	1.11e-11*	-16.71156*	-16.48491*	-16.62077*
3	2464.658	13.12399	1.13e-11	-16.69629	-16.35632	-16.56011
4	2472.379	14.80742	1.14e-11	-16.68753	-16.23423	-16.50596
5*	2482.539	19.27584*	1.13e-11	-16.69547	-16.12885	-16.46851
6	2484.845	4.326761	1.18e-11	-16.64962	-15.96967	-16.37726
7	2490.199	9.938262	1.21e-11	-16.62465	-15.83138	-16.30690
8	2494.389	7.691688	1.25e-11	-16.59171	-15.68511	-16.22856

Nota: O símbolo (*) indica a defasagem selecionada pelo respectivo critério de informação.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme observado nos resultados da Tabela 1, embora o critério de Akaike (AIC) apresente sugestões de ordens superiores, os critérios de Schwarz (SC) e Hannan-Quinn (HQ) convergem para a indicação de duas defasagens (Lag 2) como a estrutura mais adequada. A opção pela defasagem de ordem 2 fundamenta-se no princípio da parcimônia econométrica, buscando evitar o sobreajuste e a perda excessiva de graus de liberdade (GUJARATI; PORTER, 2011). Economicamente, esse intervalo de dois meses é coerente com o tempo médio de maturação das decisões comerciais e logísticas no setor de café, período em que os agentes reavaliam estoques e fluxos de embarque portuário em resposta aos sinais de preço e demanda.

Uma vez determinada a ordem do VAR, procedeu-se ao teste de Johansen para verificar a existência de uma relação de equilíbrio de longo prazo entre as variáveis. Este passo é o que diferencia uma regressão simples de um modelo VECM tecnicamente robusto. Os resultados do teste de traço estão sintetizados na Tabela 2.

Tabela 2 – Equação de Cointegração - Relação de Longo Prazo

Variável	Coefficiente	Erro-Padrão	t-Estatística
Café (-1)	1.000000	-	-
Cambio Efetiva (-1)	-0.111628	0.11567	-0.96506
Renda Mundial (-1)	-0.935640	0.11701	-7.99638
Constante	11.60748	-	-

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados da Tabela 2 revelam que a renda mundial (LREND) exerce o papel de determinante estrutural das exportações brasileiras de café. A elasticidade-renda estimada foi de 0,9356, apresentando uma estatística t robusta de -7,99638, o que denota elevada significância estatística. Esse coeficiente indica que o café se comporta como um bem normal, onde um incremento de 1% na atividade econômica global resulta em uma expansão de aproximadamente 0,94% no volume exportado pelo Brasil.

Essa evidência empírica ratifica a Lei de Thirlwall, sugerindo que o crescimento das exportações cafeeiras é restringido pela capacidade de absorção da renda externa (PACHECO-LÓPEZ; THIRLWALL, 2005). Conforme discutido por Baffes, Kabundi e Nagle (2020), o café apresenta uma demanda resiliente em mercados maduros, mantendo uma sensibilidade próxima à unidade em relação ao poder de compra internacional. Por outro lado, a taxa de câmbio real (LCAMBIO) apresentou um coeficiente de 0,1116 sem significância estatística no horizonte de longo prazo ($t = -0,96506$). Essa neutralidade sugere que a competitividade estrutural do café

brasileiro repousa sobre a regularidade da oferta e a demanda global, e não meramente sobre a paridade monetária no horizonte estendido.

O modelo VECM permite decompor os efeitos de curto prazo e mensurar a velocidade com que o sistema retorna ao seu equilíbrio após um choque. Os coeficientes de ajuste e a dinâmica de curto prazo constam na Tabela 3.

Tabela 3 – Modelo VEC - Coeficientes de Correção e Dinâmica de Curto Prazo

Variável	D(CAFE)	D(CAMBIO)	D(RENDA)
Correção de Erro			
CointEq1	-0.360941 (0.05224) [-6.90956]	-0.017896 (0.01188) [-1.50678]	-0.000156 (0.00023) [-0.66968]
Dinâmica de Curto Prazo			
D(CAFE(-1))	-0.076375 (0.06427) [-1.18838]	0.009703 (0.01461) [0.66402]	1.90E-05 (0.00029) [0.06640]
D(CAFE(-2))	0.066047 (0.05896) [1.12012]	-0.002388 (0.01341) [-0.17813]	6.34E-07 (0.00026) [0.00242]
D(CAMBIO(-1))	0.063541 (0.26181) [0.24270]	0.283821 (0.05953) [4.76806]	-0.000459 (0.00116) [-0.39419]
D(CAMBIO(-2))	0.671627 (0.25969) [2.58631]	-0.022923 (0.05904) [-0.38824]	-5.96E-05 (0.00115) [-0.05165]
D(RENDA(-1))	-2.675964 (13.2162) [-0.20248]	2.022024 (3.00490) [0.67291]	0.951172 (0.05878) [16.1830]
D(RENDA(-2))	2.404857 (13.2720) [0.18120]	-4.652599 (3.01760) [-1.54182]	-0.050811 (0.05902) [-0.86084]
Constante	0.003915 (0.01607) [0.24363]	0.006638 (0.00365) [1.81680]	0.000226 (7.1E-05) [3.15778]

Fonte: Elaborado pelo autor.

O coeficiente de correção de erros (CointEq1) para a equação do café foi estimado em -0,360941, apresentando significância estatística elevada ($t = -6,90956$). Esse resultado implica que aproximadamente 36,1% de qualquer desequilíbrio estrutural é corrigido mensalmente, permitindo que o setor elimine cerca de 75% de um desvio acumulado em apenas um trimestre. Essa notável flexibilidade atesta a capacidade de adaptação do agronegócio cafeeiro frente a perturbações adversas.

Um achado relevante na dinâmica de curto prazo é o efeito da segunda defasagem da variação cambial ($D(\text{CAMBIO}(-2))$), que apresentou coeficiente positivo de 0,671627 e significância estatística ($t = 2,58631$). Esse hiato temporal de dois meses é a manifestação empírica do período de contrato descrito por Magee (1973). Diferente de ativos financeiros, o volume físico exportado de café enfrenta restrições logísticas e a rigidez biológica de uma cultura perene, exigindo tempo para que o sinal de preço favorável resulte em aumento efetivo de embarques portuários.

As estatísticas globais de ajuste do modelo, apresentadas na Tabela 4, confirmam a validade da especificação adotada para o café.

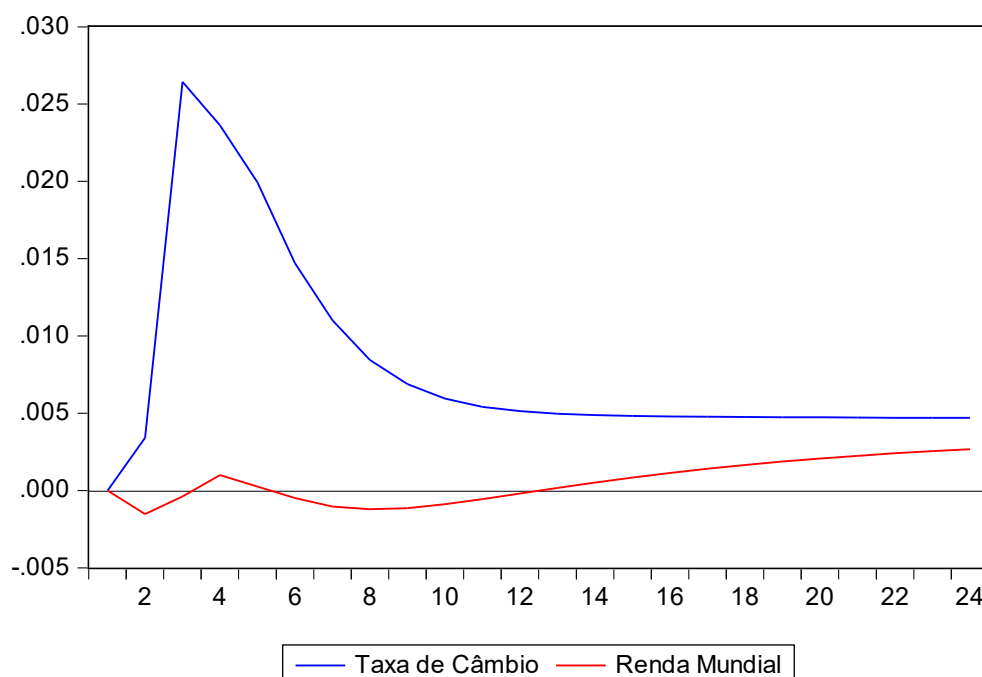
Tabela 4 – Estatísticas de Ajuste do Modelo VEC

Estatística	CAFÉ	CÂMBIO	RENDA
R ²	0.223010	0.109089	0.818775
R ² Ajustado	0.204190	0.087510	0.814385
F-Estatística	11.84974	5.055289	186.5284
S.E. da Equação	0.147381	0.033509	0.000655
AIC	-0.965019	-3.927415	-11.79595
SC	-0.865524	-3.827921	-11.69645

Fonte: Elaborado pelo autor. Nota: O modelo VECM foi estimado com duas defasagens, conforme critérios de informação previamente selecionados.

O modelo apresenta um R-quadrado de 0,223010 para a equação do volume exportado, valor considerado adequado para séries de fluxos comerciais que sofrem influências sazonais e choques exógenos frequentes. Para prospectar os efeitos dinâmicos desses choques, utiliza-se a Função Impulso-Resposta (FIR) ilustrada na Figura 1.

Figura 1 – Função Impulso Resposta Café



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 1 revela que um choque positivo (desvalorização) de 1% na taxa de câmbio real gera uma resposta aguda no volume exportado, que atinge o ápice de 2,2% entre o segundo e o terceiro mês após a perturbação. Essa resposta mais que proporcional ao estímulo monetário caracteriza o fenômeno de overshooting cambial descrito por Dornbusch (1976).

De acordo com Saghaian (2002), como as commodities operam como flex-prices, elas absorvem imediatamente o impacto do choque cambial, servindo como canal de transmissão que amplia a rentabilidade no curto prazo. Esse surto exportador tende a se dissipar gradualmente ao longo de 20 meses, momento em que a série converge para sua trajetória estável de longo prazo. Em contrapartida, o choque na renda mundial (linha vermelha na Figura 1) induz uma elevação mais persistente, atingindo pico de 1,8% no terceiro mês. Conclui-se que enquanto o câmbio atua como um sinalizador de janelas de oportunidade para desovar estoques, é a renda mundial que assegura a base de sustentação do crescimento físico das exportações de café no longo prazo.

5. Considerações finais

O presente artigo teve como objetivo central analisar os impactos da taxa de câmbio real e da renda mundial sobre as quantidades exportadas de café brasileiro no período compreendido entre 2000 e 2024. Por intermédio da aplicação do modelo de Vetores com Correção de Erros (VECM), foi possível isolar as dinâmicas de curto e longo prazos, oferecendo um diagnóstico sobre os mecanismos de transmissão de choques macroeconômicos que regem o setor.

A investigação empírica permitiu confirmar a existência de uma relação de equilíbrio estável de longo prazo, na qual a renda mundial se consolida como o determinante estrutural das exportações cafeeiras. A elasticidade-renda estimada de 0,9356 revela que o café brasileiro atua como um bem normal, acompanhando de forma quase proporcional o ritmo de crescimento da atividade econômica global. Esse resultado sublinha que a inserção internacional do setor é menos dependente de artifícios cambiais e mais vinculada à manutenção do poder de compra dos parceiros comerciais.

No que concerne à taxa de câmbio, os resultados indicaram que sua influência é predominantemente conjuntural. Embora a paridade monetária não apresente significância estatística no horizonte de longo prazo, as funções de impulso-resposta revelaram um vigoroso efeito de *overshooting* cambial no curto prazo. Observou-se que choques de desvalorização na moeda nacional geram respostas agudas e mais que proporcionais nos volumes exportados, atingindo o ápice após uma defasagem logística de dois meses. O mecanismo de correção de erro, ao ajustar 36,1% dos desequilíbrios ao mês, atesta a notável flexibilidade do agronegócio cafeeiro em recompor suas trajetórias após perturbações externas.

Do ponto de vista estratégico, o trabalho conclui que a sustentabilidade do setor exportador de café depende primordialmente de variáveis estruturais de demanda. As evidências sugerem que intervenções cambiais isoladas possuem efeitos transientes, servindo apenas como janelas de oportunidade para o escoamento de estoques. Assim, estratégias voltadas à diferenciação do produto, ganhos de produtividade sistêmica e prospecção de mercados com renda dinâmica mostram-se mais eficazes para o fortalecimento da competitividade brasileira do que a dependência de depreciações monetárias.

Por fim, destaca-se que a incorporação de dados atualizados até 2024 confere à pesquisa a capacidade de refletir a resiliência do setor frente aos recentes choques geopolíticos e sanitários. Recomenda-se, para estudos futuros, a inclusão de variáveis climáticas e de custos logísticos portuários, a fim de aprofundar a compreensão sobre os gargalos físicos que

condicionam o tempo de resposta da oferta exportável brasileira aos sinais de preço do mercado global.

Referências

ABIC – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ. **Indicadores da indústria de café no Brasil**. São Paulo, 2025. Disponível em: <https://abic.com.br>. Acesso em: 2 jul. 2025.

ARAÚJO, M. dos R. P.; SILVA, P. L. da; ROCHA, A. P. S. da. Cafeicultura: evolução do café no Brasil, Minas Gerais e no município de João Pinheiro – MG. **Contemporânea**, [s. l.], v. 3, n. 1, p. 21683-21706, 2023.

BAFFES, J.; KABUNDI, A.; NAGLE, P. **The Role of Income and Substitution in Commodity Demand**. Policy Research Working Paper 9122. Washington, DC: World Bank, 2020.

BANCO MUNDIAL. **World Bank Open Data**: GDP (constant 2015 US\$). Washington, DC: World Bank Group, 2025. Disponível em: <https://data.worldbank.org>. Acesso em: 15 mar. 2025.

BORGES JÚNIOR, Derotides Resende. **A relação de variáveis econômicas nos custos e preço do Café commodity nas principais cidades produtoras do Brasil**. 2024. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Café no Brasil e Ementário do Café**. Brasília: MAPA, 2017. Atualizado em 31 out. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/cafe/cafeicultura-brasileira>. Acesso em: 30 jun. 2025.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. **Comex Stat**: dados de exportação e importação. Brasília, DF: MDIC, 2024. Disponível em: <https://comexstat.mdic.gov.br>. Acesso em: 12 mar. 2025.

BRESSER-PEREIRA, L. C.; MARCONI, N. A taxa de câmbio no centro da teoria do desenvolvimento. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 27, n. 77, p. 25-46, 2013.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Café**: Safra 2023/2024 – Quarto Levantamento. Brasília: CONAB, 2024. Disponível em: <https://www.conab.gov.br>. Acesso em: 18 maio 2025.

DORNBUSCH, Rudiger. Expectations and Exchange Rate Dynamics. **Journal of Political Economy**, Chicago, v. 84, n. 6, p. 1161-1176, dez. 1976.

ENGLE, R. F.; GRANGER, C. W. J. Co-integration and error correction: representation, estimation and testing. **Econometrica**, v. 55, n. 2, p. 251-276, 1987.

GUJARATI, Damodar N.; PORTER, Dawn C. **Econometria básica**. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2011.

ICO – INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION. **Coffee Market Report – July 2025**. Londres: ICO, 2025. Disponível em: <https://www.ico.org>. Acesso em: 12 ago. 2025.

IPEA DATA. **Taxa de câmbio efetiva real**: exportações (Índice). Brasília: IPEA, 2025. Disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br>. Acesso em: 20 mar. 2025.

JOHANSEN, S. Statistical analysis of cointegration vectors. **Journal of Economic Dynamics and Control**, v. 12, n. 2-3, p. 231-254, 1988.

KRUGMAN, Paul R.; OBSTFELD, Maurice; MELITZ, Marc J. **Economia internacional**: teoria e política. 11. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2019.

MAGEE, S. P. Currency Contracts, Pass-Through, and Devaluation. **Brookings Papers on Economic Activity**, Washington, DC, v. 1973, n. 1, p. 303-325, 1973.

MONTEIRO, E. Z. Exportações de café do Espírito Santo: aplicação da metodologia VAR. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v. 21, n. 4, p. 106–119, 2015.

PACHECO-LÓPEZ, Penélope; THIRLWALL, A. P. **Trade liberalisation, the balance of payments and growth in Latin America**. Canterbury: University of Kent, Department of Economics, 2005.

PREBISCH, R. **The economic development of Latin America and its principal problems**. Lake Success: United Nations, 1950.

RICARDO, David. **Princípios de economia política e tributação**. São Paulo: Nova Cultural, 1996. (Coleção Os Economistas).

SAGHAIAN, Sayed H.; REED, Michael R.; MARCHANT, Mary A. Monetary Impacts and Overshooting of Agricultural Prices in an Open Economy. **American Journal of Agricultural Economics**, Oxford, v. 84, n. 1, p. 90-103, fev. 2002.

SINGER, H. W. The distribution of gains between investing and borrowing countries. **The American Economic Review**, v. 40, n. 2, p. 473-485, 1950.

SOUZA, Dallas Kelson Francisco de. **O impacto das variações cambiais nas exportações do milho e do algodão**. 2018. 112 f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2018.

USDA – UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Foreign Agricultural Service. **PSD Online: Exportações de café verde – Brasil**. Washington, D.C.: USDA, 2025. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline>. Acesso em: 12 ago. 2025.

VALDES, C.; HJORT, K.; SEELEY, R. **Brazil's Agricultural Competitiveness**: Recent Growth and Future Impacts Under Currency Depreciation and Changing Macroeconomic Conditions. Economic Research Report n. 276. Washington, DC: USDA Economic Research Service, 2020.