

FATORES DETERMINANTES DA EXPORTAÇÃO DE CAFÉ DO BRASIL E COLÔMBIA: MODELOS ARDL - 2004 A 2021

Valdecy Caetano

Doutorando do PPGE UFU

Mestre em Economia – UFU

Email: valdecy.caetano@ufu.br

Resumo

O objetivo do artigo é analisar os determinantes da exportação de café do Brasil e da Colômbia no período entre 2004 a 2021. A análise parte da hipótese que as diferenças no valor agregado do produto de cada país possuem relevância nas exportações. Para cumprir os objetivos estabelecidos, foram estimados modelos ARDL com análise de cointegração para os dados de exportação, taxa de câmbio efetiva, índice de *commodity* e índice de renda dos países importadores. Os resultados sugerem que o valor das exportações do Brasil e da Colômbia são impactados de maneira diferente pelos determinantes analisados.

Palavras-Chaves: Exportações de café; Modelos ARDL; Taxa de Câmbio efetiva

Abstract

The objective of the article is to analyze the determinants of coffee exports from Brazil and Colombia in the period between 2004 and 2021. The analysis starts from the hypothesis that differences in the added value of each country's product have relevance in exports. To fulfill the established objectives, ARDL models were estimated with cointegration analysis with export data, effective exchange rate, commodity index and income index of importing countries. The results suggest that the value of exports from Brazil and Colombia are impacted differently by the analyzed determinants.

Keywords: Coffee exports; ARDL models; Effective Exchange Rate

1. Introdução

O café é um dos produtos mais relevantes no mercado agrícola internacional, envolvendo uma complexa cadeia de produção e comercialização que gera empregos e divisas para os países exportadores. A produção é majoritariamente encontrada em países da América do Sul, América Central, Ásia e África, sendo o Brasil, Vietnã e Colômbia os maiores produtores e exportadores do produto. O histórico do comércio mundial de café revela que o produto teve vários ciclos de alta e baixa, sendo a demanda impactada por crises e abertura de novos mercados e a oferta sujeita a mudanças climáticas, quebras de safras e momentos de superprodução com a entrada de novos concorrentes.

No final da década de 1970, aumenta-se a segmentação do mercado de café com iniciativas para agregar maior valor ao produto em resposta a queda no consumo mundial. A partir de melhorias das técnicas de produção, preparo do produto e valorização de marcas, foi possível solidificar o mercado de cafés especiais, que recebe essa denominação por representar

um produto de maior qualidade, valor agregado e diferenciação de mercado. Essa segmentação é relevante para compreender que o mercado de café pode apresentar comportamentos diversos a depender do tipo de mercado que está inserido. E, nesse caso, as exportações dos países podem ser impactadas de forma diferente em relação aos seus determinantes.

Com base no exposto, o objetivo geral do artigo é analisar os determinantes das exportações de café do Brasil e da Colômbia no período compreendido entre 2004 a 2021. A escolha dos países foi motivada pelas diferenças estruturais de cada mercado, sendo que o Brasil, apesar de apresentar elevada competitividade, está mais inserido no mercado de cafés tradicionais, com características de *comodities* agrícolas. Por outro lado, a Colômbia conseguiu se inserir melhor no segmento de cafés especiais e com maior valor agregado. Com isso, o objetivo específico do artigo é testar a hipótese que a diferença entre as características de cada mercado é capaz de influenciar no comportamento dos determinantes de exportação de cada país.

Para atingir os objetivos propostos, serão estimados modelos ARDL com dados trimestrais para o Brasil e Colômbia, analisando o efeito da taxa de câmbio efetiva, índice de *commodity* e uma variável construída a partir da média ponderada da renda dos maiores importadores de cada país para captar o efeito renda nas exportações de café. A escolha dos modelos ARDL foi motivada pela estrutura de séries de tempo dos dados e por permitir a análise de cointegração através dos *Bounds Tests*.

Além desta introdução, o artigo será composto por uma seção de referencial teórico para apresentar o cenário atual do mercado de café em cada país. A seguir serão apresentados os trabalhos empíricos sobre o assunto para fundamentar a escolha das variáveis utilizadas. Na terceira seção, são apresentadas as descrições das variáveis utilizadas e a metodologia ARDL. A seção de resultados irá apresentar os coeficientes e testes obtidos a partir da metodologia empregada e, por último, são apresentadas as considerações finais e referências utilizadas.

2. Referencial Teórico

2.1 A trajetória do Café no Brasil e Colômbia

O café é um dos principais produtos de exportação de vários países da América Latina e teve um papel relevante na história econômica da região, principalmente para o Brasil e a Colômbia. No caso brasileiro, após mais de 200 anos do início do ciclo do café, o produto ainda possui relevância na pauta de exportações. Em 2021, o comércio de café brasileiro representou 2,1% das exportações totais do país. Entretanto, ao longo das décadas o mercado passou por mudanças estruturais e conjunturais (SIQUEIRA, 2005). Já na Colômbia, a produção de café passou a ter relevância na segunda metade do século XIX coincidindo com um período de

desequilíbrio no mercado mundial e movimento de desvalorização do peso colombiano (OCAMPO, 1983).

Por ser um produto de longo período de maturação e sujeito a variações climáticas e de demanda, o mercado de café passou por mudanças estruturais importantes. A abertura de novos mercados afetava os preços de maneira recorrente, como no caso dos países asiáticos, com destaque para o Vietnã, que passaram a produzir e se posicionarem como grandes *players* no cenário mundial. Além disso, a demanda por café também passou por mudanças estruturais relevantes, a literatura aponta que no início dos anos 1980 já é possível perceber uma maior demanda por cafés especiais (DIAS E SILVA, 2015).

De acordo com Franck et al. (2016), o Brasil apresentou resistência e dificuldade em se inserir no mercado de cafés de melhor qualidade pelo fato do preço ser a principal variável de decisão na cadeia de oferta e o mercado ser sensível a impactos climáticos, que podem alterar a oferta do produto, dificultando a adoção de investimentos em produtividade, pesquisa e desenvolvimento de melhores produtos. Apesar das dificuldades de alterar as configurações da oferta do produto, o Brasil consegue apresentar uma boa competitividade internacional, principalmente pelos preços.

Por outro lado, em 1959 a Federação Nacional dos Cafeicultores da Colômbia iniciou uma estratégia de mercado para valorizar o produto no mercado internacional. O desenvolvimento da marca foi relevante para apresentar o café colombiano como um produto diferenciado e com maior sofisticação. Esse movimento foi relevante para melhor colocação e agregação de valor, facilitando a inserção do país no mercado de café. Feijó et al. (2014) argumenta que essa estratégia partiu da articulação do Estado com os produtores nacionais e foi determinante no desempenho do produto no mercado internacional.

Apesar desses movimentos estruturais, o panorama geral é que tanto o café do Brasil quanto da Colômbia possui boa inserção internacional sendo exportado para todos os continentes, a União Europeia, com ênfase na Alemanha, Itália e Bélgica, são os maiores compradores, seguido pelo Japão e Estados Unidos, que como maior consumidor de café do mundo, também é um dos grandes importadores do produto. Os países asiáticos, em especial a China, também possuem relevância na demanda por café, mas em menor volume em relação aos países citados. Na figura 1, são apresentados os dados do valor exportado no período de análise do trabalho (2004 a 2021) para ambos os países.

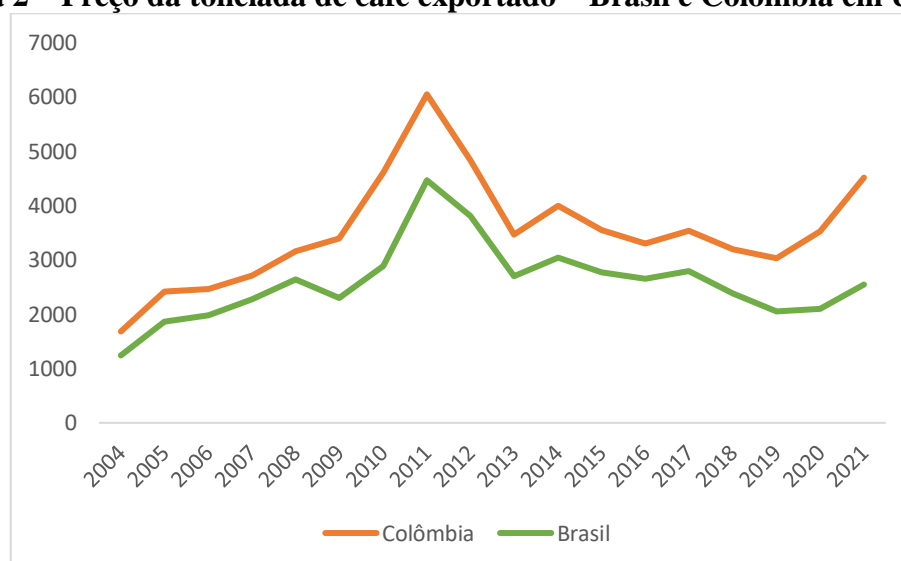
Figura 1 – Valor das exportações de café – Brasil e Colômbia em milhões US\$



Fonte: Dados do Comércio Exterior e Dane. Elaboração Própria.

As exportações de café acompanharam o *boom* das commodities no início dos anos 2000, fazendo com que o Brasil atingisse resultados recordes até o ano de 2011. O resultado da Colômbia aponta para um valor com menor volatilidade durante todo o período, traduzindo em movimentos mais suaves, inclusive em períodos de crise. Trabalhos que analisaram o comportamento das commodities¹ constataram que esses produtos são mais sujeitos aos choques de oferta e demanda, apresentando comportamento mais volátil em relação a produtos de maior valor agregado. A Figura 2 apresenta o preço da tonelada de café exportada dos países durante o período analisado.

Figura 2 – Preço da tonelada de café exportado – Brasil e Colômbia em US\$/Ton



Fonte: Dados do Comércio Exterior e Dane. Elaboração Própria.

¹ Vivian e Wohar (2012); Silva, Sáfiadi e Castro Júnior (2005) e Piot-Lepetit e M'Barek (2011).

É possível observar, que apesar de apresentar um valor menor nas exportações, a Colômbia possui um preço por tonelada superior ao Brasil em todo o período, sendo que a partir de 2017 essa diferença fica ainda mais explícita. Os dados evidenciam as diferenças entre os produtos exportados por cada país. A Colômbia apresenta maior capacidade de agregar valor ao seu produto e inserção no mercado de café especial, que recebe tratamento diferenciado em relação ao preço do produto enquanto *commodity*. Em contrapartida, as exportações brasileiras apresentam maior volatilidade, seguindo o comportamento das *commodities* agrícolas e menor valor agregado por tonelada do produto.

Para o Brasil, do total de receitas das exportações do primeiro quadrimestre de 2022, 14,7% são referentes a cafés especiais de acordo com o Conselho dos Exportadores de Café do Brasil (2022). Em contrapartida, esse mercado especial ocupa em torno de 45% do total das exportações da Colômbia de acordo com Velásquez e Velásquez (2019). Pode-se perceber que apesar de possuírem mercados relativamente próximos, existem especificidades entre os países, sendo necessário avaliar o comportamento dos determinantes.

2.2 Literatura empírica

Analisar a evolução dos preços e compreender os determinantes das exportações de café é um assunto relevante na literatura de comércio internacional do Brasil e da Colômbia dada a importância relativa do produto. A seguir serão analisados alguns trabalhos selecionados.

Dias e Silva (2015) buscaram estimar a demanda internacional do café brasileiro considerando o preço do café colombiano entre o período de 1990 a 2012, por meio de um modelo de equações simultâneas em dois estágios. Os autores utilizaram o preço do café brasileiro e da Colômbia (para captar o efeito substituição), taxa de câmbio, Renda Bruta dos Estados Unidos e produção nacional. Por meio das variáveis, foi possível construir equações de demanda e oferta, analisando as relações entre as variáveis. O principal resultado foi que o café possui um preço inelástico, ou seja, aumentos de preço reduzem em menor proporção a demanda do produto e o câmbio não foi estatisticamente significativo na equação.

No estudo realizado por Monte (2012), buscou-se analisar a influência da taxa de câmbio no preço de exportação do café do Brasil, preço interno e renda gerada com as exportações. Foram utilizados os Vetores Autorregressivos (VAR) para o período compreendido entre janeiro de 2000 a dezembro de 2011, como proxy de renda utilizou-se o valor da produção industrial dos Estados Unidos.

Monte (2012) concluiu que a taxa de câmbio teve efeito positivo e significativo para as exportações do café brasileiro, enquanto que o preço do produto apresentou significância

apenas após dois períodos de tempo. A variável de renda teve impacto após três períodos do choque, evidenciando a existência de um *lag* temporal para as exportações reagirem ao aumento de renda. Por último, o estudo aponta para a necessidade de melhorias de produtividade e qualidade do produto, permitindo o país se posicionar melhor e ser mais competitivo no mercado mundial.

Uma alternativa para captar os determinantes das exportações de café é estimar a equação de demanda do produto, por meio dos aspectos microeconômicos é possível obter os parâmetros necessários para determinar as curvas de demanda. Nessa linha, Alvim et al. (2003), considerando o período de 1980 a 2001, buscaram estimar a demanda do café do Brasil considerando o preço café colombiano. Foram coletados os dados de preço do café brasileiro, preço do café colombiano e quantidade mundial exportada (como *proxy* de renda).

Os resultados encontrados por Alvim et al. (2003) apontam que a demanda do café tem aumentado mais rapidamente que as exportações brasileiras, ou seja, o país tem perdido espaço no contexto mundial. Os autores argumentam que a perda de competitividade do Brasil é decorrente da competição por qualidade, políticas de preços agressivas e falta de investimentos em desenvolvimento de cafés do tipo *blend*, que tem ganhado destaque no mercado mundial devido a melhor qualidade do produto.

Ao analisar as exportações totais de café do Brasil, Colômbia e Peru, Arevalo et al. (2016) argumentam que os países possuem relevância no mercado internacional de café, embora cada país possua especificidades. Os autores indicaram que a queda nos preços do café favoreceu o Brasil e em menor grau o Peru, que devido à alta competitividade por preços, conseguiram manter um nível elevado de oferta e diversificar os destinos de exportação. Em contrapartida, a Colômbia apresentou dificuldades com a queda no preço internacional do produto, perdendo *market-share* para outros países, inclusive na Alemanha.

Para compreender os efeitos dessa perda de competitividade da Colômbia, Ocampo-López & Alvarez-Herrera (2017) investigaram as causas da volatilidade e decréscimo da produção de café na Colômbia no período entre 1990 a 2015. Foi constatado que os fatores climáticos e o aumento nos custos de produção, principalmente com mão de obra, afetaram em maior grau a produção nacional. Além disso, a volatilidade de preços no mercado internacional dificulta a oferta de produtos de melhor qualidade, que demandam mais investimentos.

Por fim, foi analisado o artigo de Rosa et al. (2017) sobre o panorama geral das exportações de café brasileiro. Utilizando o período compreendido entre 1995 a 2007, os autores coletaram os dados de exportações do café, taxa de câmbio real efetiva e preço internacional do produto. Optou-se por seguir a literatura do assunto e utilizar os modelos de

Vetores de Correção de Erros (VEC) com destaque para a discussão de cointegração de Johansen e Causalidade de Granger. Os resultados indicaram que o preço internacional e taxa de câmbio real efetivas são variáveis estatisticamente significantes e positivas para entender o movimento das exportações de café brasileiro. Os autores destacaram a necessidade de políticas de preço para o setor, de forma a aumentar a competitividade do país no mercado internacional.

No quadro 1, estão sintetizados os resultados dos trabalhos empíricos.

Quadro1 – Síntese dos trabalhos empíricos analisados

Artigo	Metodologia	Período	Variáveis	Resultados
Determinantes da demanda internacional por café brasileiro -Dias e Silva (2015)	Modelo de equações simultâneas – MQ2E	1990 a 2012	Preço do café brasileiro e colombiano, renda bruta dos EUA, quantidade exportada, taxa de câmbio.	Com exceção da taxa de câmbio, todas as demais variáveis foram significativas estatisticamente.
Exportações de café do Espírito Santo: aplicação da metodologia VAR-Monte (2012).	Modelo VAR	2000 a 2011	Quantidade exportada, taxa de câmbio real efetiva, preço das exportações, PIB, produção industrial EUA.	A taxa de câmbio apresentou maior efeito persistente na exportação de café. O preço do café foi significativo para as exportações.
Estimativa de uma equação de demanda de exportações brasileiras de café- período de 1980 a 2001 – Alvim, et al. (2003).	MQO	1980 a 2001	Preço do café brasileiro, preço do café colombiano e quantidade exportada.	As exportações tem aumentado em ritmo menor que a demanda mundial. Outros países tem preenchido essa demanda.
Competitividade no comércio internacional do café: um Estudo comparativo entre brasil, colômbia e peru. Arevalo et al. (2016)	<i>Constant Market-Share</i> (CMS)	1994 a 2013	Valor exportado, Produtividade média e preço pago ao produtor	Brasil e Peru aumentaram a competitividade. Colômbia perdeu produtividade e mercado no período.
Tendencia de la producción y el consumo del café en Colombia. Ocampo-López & Alvarez-Herrera (2017)	Análise descritiva dos dados de comércio exterior	1990 a 2015	Produção, exportações, área cultivada	Problemas climáticos têm impactado negativamente na competitividade da Colômbia.
Uma análise econométrica acerca das exportações de café brasileiro (1995-2007) Rosa et al. (2017).	VAR-VEC	1995 a 2007	Exportações de café, taxa de câmbio real, e preço internacional.	A taxa de câmbio e o preço internacional são significantes para explicar a variação das exportações de café brasileiro.

Fonte: Elaboração Própria

3. Descrição das variáveis e Procedimentos Metodológicos

3.1 Dados

A análise compreende o período do primeiro trimestre de 2004 ao último trimestre de 2021. A escolha do ano de 2004 foi pela disponibilidade de dados para construção da variável de índice de renda utilizado como *proxy* para demanda mundial. Para estimação dos modelos, foram utilizadas as variáveis dependentes de quantidade exportada de café do Brasil (X_BRA) e da Colômbia (X_COL) em Milhões de Dólares, em relação as variáveis explicativas optou-se pela taxa de câmbio efetiva de cada país, Índice de preços de commodities (AGRI_INDEX) e uma variável de renda construída para cada país. A escolha das variáveis foi motivada pela literatura sobre o assunto, além de uma tentativa de aumentar a robustez da análise utilizando variáveis com maior nível de complexidade. Seguem abaixo as descrições detalhadas de cada variável:

- Valor Exportações de café do Brasil (X_BRA) - Disponibilizado pela Secretária de Comércio Exterior do Brasil. Os dados de milhões de dólares de café exportado são obtidos em frequência mensal e transformados em trimestrais pelo *Eviews 12*, utilizando o valor acumulado por período. (Fonte: Ministério da Economia)

- Valor Exportações de café da Colômbia (X_COL) - Disponibilizado pelo Departamento Administrativo Nacional de Estatística da Colômbia os dados de milhões de dólares de café exportado são obtidos em frequência mensal e transformados em trimestrais pelo *Eviews 12*, utilizando o valor acumulado por período. (Fonte: DANE)

- Taxa de Câmbio Real Efetiva Brasil (Cambio_bra) – A taxa de câmbio real efetiva é calculada por uma média ponderada das taxas de câmbio reais do país em relação a 23 parceiros comerciais. As taxas de câmbio são obtidas a partir da taxa de câmbio nominal dividida pela Índice de Preços do Consumidor do País. A série é mensurada em termos de moeda estrangeira, portanto, um aumento da variável indica uma apreciação do Real, enquanto que uma diminuição da variável, uma depreciação do Real. (Fonte: IPEADATA)

- Taxa de Câmbio Real Efetiva Colômbia (Cambio_col) – Obtida a partir da média ponderada das taxas de câmbio real em relação aos principais parceiros comerciais e ponderadas pelo Índice de Preços ao Consumidor. A série é mensurada em termos de moeda estrangeira, portanto, um aumento da variável indica uma apreciação do Peso Colombiano, enquanto que uma diminuição da variável, uma depreciação do Peso Colombiano. (Fonte: *Bank of International Settlements -BIS*).

- Índice de Commodities da Agricultura (AGRI_INDEX) – índice de preços das commodities agrícolas calculados pelo Fundo Monetário Internacional. (Fonte: *International Monetary Fund* – IMF)
- Índice de Renda Brasil (RENDA_INDEX_BRA) – A variável foi construída com base no PIB dos principais destinos de exportações do café brasileiro. Os países foram selecionados e ponderados com base na participação relativa no valor total de exportação de café fornecida pela Ministério da Economia no período entre 2004 a 2021. Foram utilizados os dados da China, Estados Unidos, Argentina, Alemanha e Holanda. (FONTE: dados Federal Reserve Economic Data – FRED. Elaboração Própria).
- Índice de Renda Colômbia (RENDA_INDEX_COL) – A variável foi construída com base no PIB dos principais destinos de exportações de café da Colômbia. Os países foram ponderados com base na participação relativa no valor total de exportação de café fornecida pela Departamento Administrativo Nacional de Estatística da Colômbia no período entre 2004 a 2021. Foram utilizados os dados dos Estados Unidos, Alemanha, Japão, Bélgica e Canadá. (FONTE: dados Federal Reserve Economic Data – FRED. Elaboração Própria).

3.2 Metodologia

A metodologia empírica utilizada no presente estudo consiste na utilização de modelos ARDL – Autorregressivos de Defasagens Distribuídas, formulado inicialmente por Pesaran e Schin (1999) e Pesaran, Schin e Smith (2001), a estimação do ARDL ocorre em dois passos; o primeiro deles em confirmar a existência de vetores de longo prazo por meio da análise de cointegração e após a sua confirmação é necessário estimar os coeficientes de longo prazo para cada variável. O segundo passo consiste em encontrar a velocidade de ajustamento do modelo em relação ao equilíbrio de longo prazo, representado pelo coeficiente ECM (-1), e obter os coeficientes de curto prazo das variáveis. Para isso, o modelo ARDL é estimado na forma de vetores de correção de erro (ARDL-ECM).

A partir da equação 1 é possível observar a estrutura tradicional do modelo proposto para duas variáveis, sendo y dependente e x explicativa:

$$\Delta y_t = \alpha_0 + \alpha_i \tau + \delta_1 y_{t-1} + \delta_2 x_{t-1} + \sum_{i=0}^n \phi_{1i} \Delta y_{t-i} + \sum_{i=0}^m \phi_{2i} \Delta x_{t-i} + \varepsilon_t \quad (1)$$

Sendo, Δ indica a primeira diferença; α_0 e α_i são termos de constante e tendência; δ_i , $i=1, 2$ são parâmetros de longo prazo; ϕ_{1i} e ϕ_{2i} são os parâmetros de curto prazo e ε_t é o termo de erro. Optou-se pela utilização do ARDL pelas vantagens em relação aos modelos de Vetores Autorregressivos (VAR), muito utilizado nos estudos da literatura empírica sobre o assunto,

conforme apresentado no Quadro 1. Em relação as vantagens do modelo, é possível citar a discussão de cointegração a partir de variáveis I(0) e I(1), sendo necessária a utilização de pelo menos uma variável não estacionária I(1).

Granger (1987) foi pioneiro em propor o estudo de cointegração das séries, ao analisar as séries não estacionárias observou a possibilidade de combinação linear entre as séries obtendo como resultado uma série estacionária. Nessa situação, a estacionariedade garante propriedades estatísticas no longo prazo entre as variáveis envolvidas. Dentro dessa abordagem, Granger e Newbold (1974) introduzem a discussão de regressões espúrias, ou seja, resultados que podem não ser validos para séries de tempo no longo prazo. Desde então, a análise da estacionariedade das séries é fundamental para garantir a robustez das regressões.

Nessa linha, Pesaran e Schin (1999), formularam uma nova metodologia de cointegração, partindo dos modelos autorregressivos. Para definição dos coeficientes de cointegração, Pesaran e Shin (2001) desenvolveram o Bounds Testing Approach, utilizando o método de Wald para testar a significância conjunta dos parâmetros no longo prazo, sob a hipótese nula de não existência de cointegração, portanto, é necessário rejeitar a hipótese nula para confirmar relações de longo prazo entre as séries.

Pesaran et al. (2001) forneceram a banda de valores críticos. Caso a estatística do teste de Wald fique abaixo da banda inferior de valores críticos, é possível confirmar que não existe cointegração entre as variáveis; se a estatística Wald ficar acima da banda superior é possível rejeitar a hipótese nula de ausência de cointegração. Por fim caso a estatística obtida fique entre os valores máximos e mínimos, o teste é inconclusivo quanto a existência ou não de cointegração.

Para empregar a metodologia apresentada, foram formulados um modelo para cada país analisado. O Modelo 1 utiliza os valores das exportações brasileiras de café e o Modelo 2 das exportações colombianas de café. As equações estão indicadas abaixo:

$$\begin{aligned} \Delta DX_{CAFE_bra} = & \alpha_0 + \alpha_i \tau + \delta_1 DX_{CAFE_bra_{t-1}} + \delta_2 CAMBIO_BRA_{t-1} + \delta_3 AGRI_{INDEX_{t-1}} + \\ & \delta_3 RENDA_{INDEX_{t-1}} + \sum_{i=1}^n \theta_{1i} \Delta DX_{CAFE_bra_{t-i}} + \sum_{i=1}^m \theta_{2i} \Delta CAMBIO_BRA_{t-i} + \\ & \sum_{i=1}^m \theta_{3i} \Delta AGRI_{INDEX_{t-i}} + \sum_{i=1}^m \theta_{4i} \Delta RENDA_{INDEX_{t-i}} + \varepsilon_{1t} \quad (2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta DX_{CAFE_Colombia} = & \alpha_0 + \alpha_i \tau + \delta_1 DX_{CAFE_Colombia_{t-1}} + \delta_2 CAMBIO_COL_{t-1} + \\ & \delta_3 AGRI_{INDEX_{t-1}} + \delta_3 RENDA_{INDEX_{t-1}} + \sum_{i=1}^n \theta_{1i} \Delta DX_{CAFE_Colombia_{t-i}} + \\ & \sum_{i=1}^m \theta_{2i} \Delta CAMBIO_COL_{t-i} + \sum_{i=1}^m \theta_{3i} \Delta AGRI_{INDEX_{t-i}} + \sum_{i=1}^m \theta_{4i} \Delta RENDA_{INDEX_{t-i}} + \varepsilon_{1t} \quad (3) \end{aligned}$$

4. Resultados

De acordo com o exposto na seção de metodologia, o primeiro passo para as estimações é conhecer a ordem de integração das variáveis. Para isso foram utilizados três testes de estacionariedade, sendo o Dickey-Fuller Aumentado (ADF), Phillips-Perron (PP) e Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS). Os resultados, estatísticas, decisão e hipótese nula dos testes estão expostos na Tabela 1.

Tabela 1- Testes de Raiz Unitária

País	Variável	ADF [Estatística- t]	PP [Estatística- t]	KPSS [Estatística- t]	Decisão
Brasil	Exportações	-2,626*	-2,542	0,502**	I(1)
	Índice de Commodity	-3,141**	-3,297**	0,289	I(0)
	Taxa de Câmbio efetiva	-2,837*	-2,329	0,286	I(0)
	Índice de Renda	-0,942	0,968	1,102***	I(1)
Colômbia	Exportações	-3,355**	-3,164**	1,053***	I(0)
	Índice de Commodity	-3,141**	-3,297**	0,289	I(0)
	Taxa de Câmbio efetiva	-1,384	-1,506	0,312	I(1)
	Índice de Renda	-1,522	-1,276	1,077***	I(1)

Notas: *, ** e *** significam rejeição da hipótese nula a 10%, 5% e 1% respectivamente. ADF e PP: H₀: Raiz Unitária; KPSS: H₀: Estacionária. Resultados obtidos com a inclusão de tendência e intercepto. Fonte: Elaboração Própria

Os testes indicaram que as variáveis estão diversificadas em relação a ordem de integração, indicando que o modelo ARDL é indicado para a análise, pois cada um dos modelos possui pelo menos uma variável I(1). A seguir foram estimados os modelos propostos nas Equações 2 e 3. Foram utilizados seis *lags* para cobrir o período de até um ano e meio (6 trimestres), visto que a frequência dos dados é trimestral, contudo, o número exato de *lags* é determinado pelo critério de Akaike (AIC).

Tabela 2- ARDL: Modelos Selecionados

PAÍS	Defasagens Modelo	ARDL - Variáveis Significantes	Autocorrelação Teste LM [Prob]
BRASIL	(5, 0, 0, 0)	X_BRA(-1, -2, -4, -5); CAMBIO_BRA(0); RENDIA_INDEX_BRA(0)	0,566 [0,725]
COLÔMBIA	(1, 6, 2, 6)	X_COL (0); CAMBIO_COL(0, -2, -6); AGRI_INDEX(0, -1); RENDIA_INDEX_COL(0, -4, - 6)	0,412 [0,837]

Notas: Modelo ARDL com máximo de seis lags. Modelo selecionado a partir do critério de Akaike. Ordem das variáveis: 1) X_Bra/X_Col; 2) Cambio; 3) AGRI_INDEX; 4) RENDIA_INDEX. Todos os modelos rejeitaram estatisticamente a presença de tendência e constante. Teste LM de autocorrelação H_0 : Ausência de Autocorrelação. Fonte: Elaboração Própria. Eviews 10.

O modelo de exportação de Brasil demandou um número menor de *lags*, sendo que a variável de exportações defasada foi a principal para a determinação do modelo, por outro lado o teste LM de autocorrelação não rejeitou a hipótese nula de ausência de autocorrelação, ou seja, o modelo não sofre de autocorrelação. Para o modelo de exportações da Colômbia, houve uma maior necessidade de *lags* para todas as variáveis e o teste LM também indicou que o modelo não possui autocorrelação. Os resultados são relevantes para dar robustez aos indicadores que serão estimados, garantindo a eficiência dos resultados e confiabilidade dos testes estatísticos. O próximo passo é verificar a existência de cointegração das variáveis, utilizando a metodologia do *ARDL Bounds Testing Approach*.

Tabela 3- Teste de Cointegração (ARDL Bounds Testing Approach)

Tabela 3: Teste de Cointegração (ADF e Bounds Testing Approach)						
PAÍS	Estatística F	Valores Críticos				Longo Prazo Cointegração
		I(0) Bound		I(1) Bound		
		10%	5%	10%	5%	
BRASIL	5,898	2,72	3,23	3,77	4,35	Sim
COLÔMBIA	10,547	2,01	2,45	3,1	3,63	Sim

Notas: H_0 : Ausência de cointegração. Fonte: Elaboração Própria

As estatísticas foram relativamente elevadas, principalmente para o Modelo da Colômbia, rejeitando a hipótese de ausência de cointegração para ambos os modelos. Esse resultado é relevante para continuidade da análise, visto que foram encontrados vetores de cointegração, ou seja, nos modelos analisados, existem relações de longo prazo entre as variáveis. Os resultados serão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4-ARDL: Coeficientes de Longo Prazo

Variável Dependente	BRASIL	COLÔMBIA
Modelo ARDL	(5, 0, 0, 0)	(1, 6, 2, 6)
Variáveis	Coeficiente [Prob]	Coeficiente [Prob]
Taxa de Câmbio Efetiva	-1,324 [0,001]	-0,442 [0,063]
Índice de <i>Commodity</i>	-2,10E-02 [0,724]	-0,13 [0,000]
Índice de Renda	0,998 [0,000]	1,1 [0,000]

Nota: Coeficientes significativos ao nível de 5% em negrito. Fonte: Elaboração Própria

Os resultados encontrados para o Brasil indicam que a variável de Taxa de Câmbio efetiva (CAMBIO_BRA) foi estatisticamente significativa e negativa, ou seja, desvalorizações da taxa de câmbio estão associadas a maiores exportações de café brasileiro, o valor superior a unidade indica que o repasse tende a ser mais elástico, nesse caso as exportações são mais sensíveis a mudanças na taxa de câmbio. Esse comportamento da taxa de câmbio é recorrente nas *commodities* agrícolas e corrobora com os resultados encontrados por Zhang, Dufour & Galbraith (2016) e Harri, Nalley & Hudson (2009), que utilizando bases de dados diferentes, validaram a hipótese de existência de relação entre as taxas de câmbio e *commodities* agrícolas.

Ainda em relação ao Brasil, a variável de índice de preço de commodities (AGRI_INDEX) não foi significativa para o modelo. Em contrapartida, o índice de renda, construído a partir da média ponderada do PIB dos principais destinos de exportação de café, foi significativa e positivo, indicando que variações no produto agregado desses países estão diretamente associadas as exportações de café do Brasil. Pelo fato do valor ser inferior a unidade, as exportações de café apresentaram um comportamento inelástico, isto é, aumento de uma unidade no índice impacta as exportações em valores menores que uma unidade. Esse resultado, de acordo com a literatura (Hindsley, McEvoy & Morgan, 2020; Torga & Spers, 2020 e Goddard & Akiyama, 1989), é reflexo do tipo de produto exportado pelo Brasil, que tende a sofrer com o efeito substituição diante de um aumento de renda dos países demandantes.

Os resultados encontrados para as exportações de café da Colômbia sugerem que o valor, apesar de ser impactado pela taxa de câmbio efetiva, possui um coeficiente menor em relação ao encontrado para o Brasil, esse valor pode ser explicado pela diferença entre o tipo de produto de cada país, sendo que a Colômbia, conforme apresentado na Figura 2, tem maior inserção no mercado de café de maior valor agregado, sendo menos sensível as volatilidades da

taxa de câmbio. O coeficiente da variável de índice de *commodity* foi significativo no modelo com sinal negativo, indicando que as exportações possuem relação indireta com o mercado de *commodity*.

Por fim, o resultado da variável de índice de renda dos países importadores revelou que as exportações de café da Colômbia apresentaram um valor elástico no período analisado. Esse resultado corrobora com a hipótese que existem grandes diferenças nos determinantes das exportações do Brasil e da Colômbia. No geral, os resultados apontam que o café brasileiro segue o comportamento das *commodities* agrícolas enquanto que a Colômbia, pela maior inserção em produtos especiais, é menos dependente da taxa de câmbio e apresenta maiores vantagens em momento de crescimento econômico mundial.

A seguir serão apresentados os resultados da dinâmica de curto prazo e o ECM do modelo na Tabela 5.

Tabela 5- Correção de Erro e Variáveis Significativas: Dinâmica de Curto Prazo

Modelo	ECM (-1) [Prob]	Variáveis Significantes (Curto Prazo)
Brasil	-0,381 [0,000]	X_BRA(-4)
Colômbia	-0,784 [0,000]	CAMBIO_EFET(0, -1, -5); AGRI_INDEX(0); RENDA_INDEX_COL(0, -4, -5)

Fonte: Elaboração Própria

Em relação a dinâmica de curto prazo, o modelo das exportações brasileiras apresentou significância apenas para os valores defasados das exportações. O valor do ECM negativo e altamente significativo é relevante para indicar que o modelo retorna para o equilíbrio em até três trimestres após os choques iniciais.

Os resultados da Colômbia seguem uma tendência diferente, indicando que no curto prazo a taxa de câmbio efetiva, o índice de *commodity* do FMI e o índice de renda construído foram significativos em determinar o valor das exportações do país. O ECM indicou que esse movimento é transitório e possui uma velocidade maior de ajuste em relação ao valor brasileiro. Para finalizar a análise, foram feitos os testes de estabilidade de CUSUM e CUSUM SQUARE, o objetivo dos testes é verificar se o modelo se manteve estável ao longo do período analisado. Os resultados estão expostos no apêndice para ambos os modelos e confirmam que as estimativas apresentam estabilidade ao longo do período.

5. Considerações finais

Este trabalho teve como objetivo analisar os determinantes das exportações de café do Brasil e da Colômbia no período de 2004 a 2021. Conforme abordado, o mercado de cafés passou por uma segmentação na qualidade do produto, culminando na diferenciação entre o café tradicional, que apresenta as características de uma *commodity* e o denominado café especial, que possui maior valor agregado e recebe tratamento diferenciado por parte dos mercados consumidores. Os dados apresentados na seção de revisão da literatura apontam que o Brasil teve maior dificuldade em agregar maior valor ao seu produto, optando assim por continuar na competição por preço. Em contrapartida, a Colômbia empreendeu esforços para se posicionar como um importante *player* mundial no café de melhor qualidade.

A partir dos modelos ARDL empregados, foi possível constatar que os determinantes analisados apresentaram comportamentos diferentes sobre as exportações de café do Brasil e Colômbia. Ficou evidente que a taxa de câmbio efetiva possui maior influência no mercado de café brasileiro, um comportamento típico dos produtos agrícolas com alto grau de homogeneidade enquanto que a variável de renda ponderada dos países importadores apresentou uma demanda inelástica. Por outro lado, o comércio de café colombiano foi menos sensível a taxa de câmbio efetiva e apresentou uma demanda elástica do produto em relação a renda dos importadores.

Os coeficientes estimados corroboram com a hipótese que a melhor inserção da Colômbia no mercado de cafés especiais em relação ao Brasil altera a forma que cada mercado é impactado pelos determinantes do comércio exterior, sendo que ao agregar maior valor ao produto, a Colômbia fica menos suscetível a choques da taxa de câmbio e se beneficia mais em momentos de aumento de renda dos países importadores. Por fim, os resultados contribuem para apontar que o mercado de café passou por mudanças estruturais significativas que mudaram a forma em que o comércio exterior é impactado pelos determinantes apontados pela literatura. Nesse sentido, espera-se que as políticas públicas voltadas ao setor cafeeiro e os trabalhos futuros sobre o assunto levem em consideração as especificidades de cada mercado.

Referências

Alvim, F. H. B., Bacha, C. J. C., & Alves, C. D. C. (2003). Estimativa de uma equação de demanda de exportações brasileiras de café-período de 1980 a 2001. *Revista de Economia e Agronegócio/Brazilian Review of Economics and Agribusiness*, 1(822-2016-54105), 441-459.

- Arevalo, J. L. S., Arruda, D. D. O., & de Carvalho, J. P. (2016). Competitividade no comércio internacional do café: um estudo comparativo entre Brasil, Colômbia e Peru. *Organizações Rurais e Agroindustriais/Rural and Agro-Industrial Organizations*, 18(1511-2017-2887), 62-78.
- Copetti, L. S., & Coronel, D. A. (2019). Competitividade das exportações brasileiras e colombianas de café. *DRd-Desenvolvimento Regional em debate*, 9, 646-667.
- Copetti, L. S., & Coronel, D. A. (2020). Transmissão da variação da taxa de câmbio para os preços de exportação brasileiros do café robusta: um estudo comparativo do dólar e do euro. Transmission of exchange rate variation for the brazilian export prices of robusta coffee: a comparative study of dollar and euro. *Revista Capital Científico-Eletrônica (RCCe)*-ISSN 2177-4153, 18(1), 24-44.
- Dias, L. D. O., & Silva, M. D. S. D. (2015). Determinantes da demanda internacional por café brasileiro. *Revista de Política Agrícola*, 24(1), 86-98.
- Feijó, V. C., Frandaloso, P. E., & Gomez, L. S. R. (2014). Storytelling como metodologia projetual para a construção de uma identidade de marca: o caso do café de Colombia. *Projetica*, 5(2), 105-126.
- Franck, A. G. S., da Silva, M. L., da Silva, R. A., & Coronel, D. A. (2016). Análise da competitividade do mercado exportador brasileiro de café. *Desafio Online*, 4(3), 1-21.
- Goddard, E. W., & Akiyama, T. (1989). United States demand for coffee imports. *Agricultural Economics*, 3(2), 147-159.
- GRANGER, Clive W.J (1987). Some Properties of Time Series Data and Their Use in Econometric Model Specification. *Journal of Econometrics*, v. 16, n. 1, p. 121–130.
- GRANGER, Clive WJ; NEWBOLD, Paul (1974). Spurious regressions econometrics. *Journal of econometrics*, v. 2, n. 2, p. 111-120.
- Harri, A., Nalley, L., & Hudson, D. (2009). The relationship between oil, exchange rates, and commodity prices. *Journal of agricultural and applied economics*, 41(2), 501-510.
- Hindsley, P., McEvoy, D. M., & Morgan, O. A. (2020). Consumer demand for ethical products and the role of cultural worldviews: The case of direct-trade coffee. *Ecological Economics*, 177, 106776.
- Monteiro, E. Z. (2012). Exportações de café do Espírito Santo: aplicação da metodologia VAR. *Revista de Política Agrícola*, 21(4), 106-119.
- Ocampo, J. A. (1983). O mercado mundial do café e o surgimento da Colômbia como um país cafeicultor. *Revista Brasileira de Economia*, 37(4), 449-482.
- Ocampo-López, O. L., & Alvarez-Herrera, L. M. (2017). Tendencia de la producción y el consumo del café en Colombia. *Apuntes del CENES*, 36(64), 139-165.
- PESARAN, H.; SCHIN, Y (1999). An autoregressive distributed lag modelling approach to cointegration analysis. In: *Econometrics and Economic Theory in the 20th Century: The Ragnar Frisch Centennial Symposium*, Strom S (ed.). Cambridge University Press: Cambridge.

PESARAN, H.; SCHIN, Y.; SMITH, R.J (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships, *Journal of Applied Econometrics*, n. 16. V. 3, p. 289-326. <https://doi.org/10.1002/jae.616>

Piot-Lepetit, I., & M'Barek, R. (2011). Methods to analyse agricultural commodity price volatility. *Methods to analyse agricultural commodity price volatility*, 1-11.

Rosa, L. C., de Oliveira Veloso, G., & Medeiros, F. S. B (2017). UMA ANÁLISE ECONOMETRICA ACERCA DAS EXPORTAÇÕES DE CAFÉ BRASILEIRO (1995-2007). *Revista Ciências Sociais em Perspectiva*, 16(31), 129-129.

Silva, W. S. D., Sáfadi, T., & Castro Júnior, L. G. D. (2005). Uma análise empírica da volatilidade do retorno de commodities agrícolas utilizando modelos ARCH: os casos do café e da soja. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 43, 119-134.

Siqueira, T. V. D. (2005). A cultura do café: 1961-2005.

Torga, G. N., & Spers, E. E. (2020). Perspectives of global coffee demand. In *Coffee Consumption and Industry Strategies in Brazil* (pp. 21-49). Woodhead Publishing.

Vivian, A., & Wohar, M. E. (2012). Commodity volatility breaks. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 22(2), 395-422.

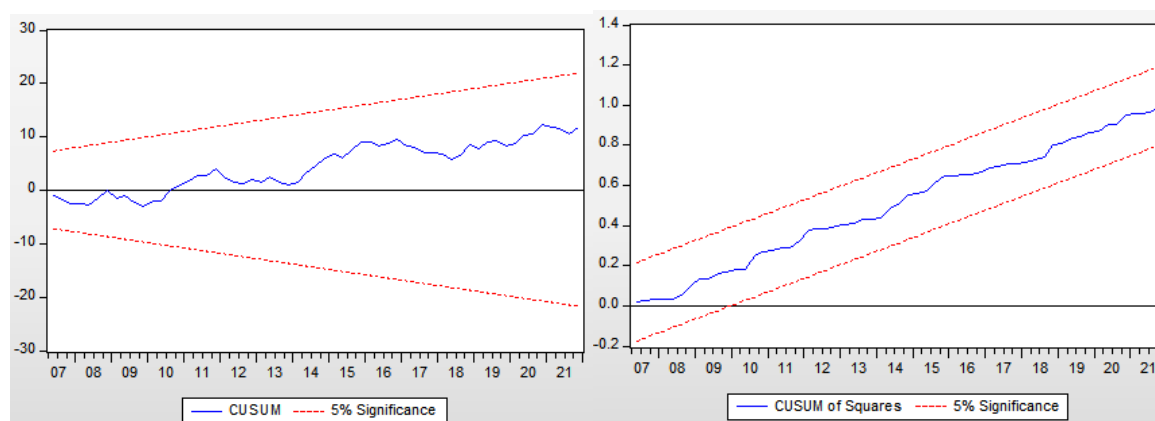
Zhang, H. J., Dufour, J. M., & Galbraith, J. W. (2016). Exchange rates and commodity prices: Measuring causality at multiple horizons. *Journal of Empirical Finance*, 36, 100-120.

Conselho dos exportadores de café do brasil, (2022). Relatório de exportações. <<https://www.cecafe.com.br/publicacoes/relatorio-de-exportacoes/>>. Acesso em 17 de julho de 2022.

Velásquez Agudelo, C., & Trávez Velásquez, M. (2019). Café especial, una alternativa para el sector cafetero en Colombia (Bachelor's thesis, Universidad EAFIT).

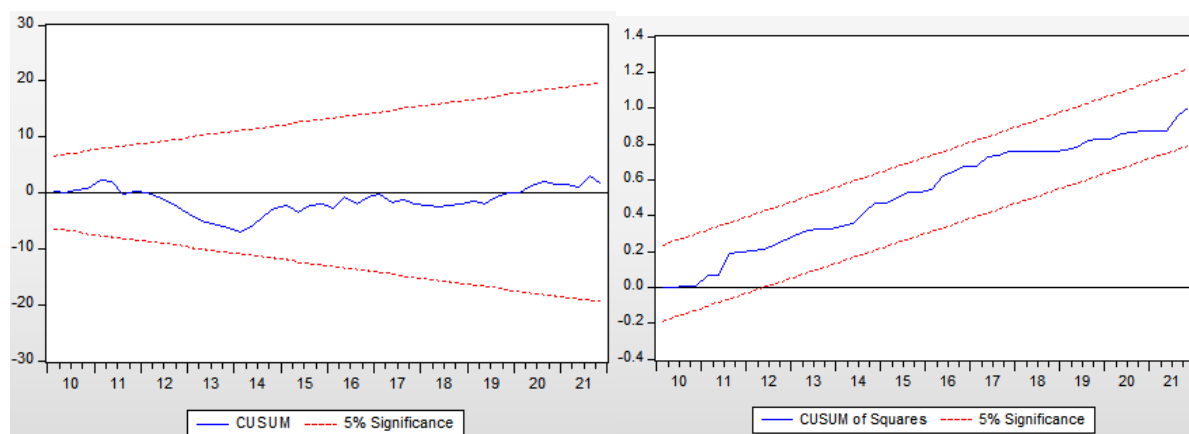
Apêndice

Figura 1A- CUSUM e CUSUM SQUARE – MODELO BRASIL



Fonte: EVIEWS 10

Figura 2A- CUSUM e CUSUM SQUARE – MODELO COLÔMBIA



Fonte: EVIEWS 10