

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

BIBIANA PESSOA TREVIZAN

**VOLATILIDADE CAMBIAL: UMA ANÁLISE PARA OS *BRICS*
(2009 a 2022)**

Uberlândia

2024

Bibiana Pessoa Trevizan

VOLATILIDADE CAMBIAL: UMA ANÁLISE PARA OS *BRICS*
(2009 a 2022)

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Economia.

Orientador: Prof. Dr. Flávio Vilela Vieira

Uberlândia

2024



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Economia
Av. João Naves de Ávila, nº 2121, Bloco 1J, Sala 218 - Bairro Santa Mônica, Uberlândia-
MG, CEP 38400-902
Telefone: (34) 3239-4315 - www.ppge.ie.ufu.br - ppge@ufu.br



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Economia				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Acadêmico, Nº 322, PPGE				
Data:	19 de abril de 2024	Hora de início:	16:30	Hora de encerramento:	17:40
Matrícula do Discente:	12212ECO002				
Nome do Discente:	Bibiana Pessoa Trevizan				
Título do Trabalho:	Volatilidade Cambial: Uma Análise para os BRICS (2009 a 2022)				
Área de concentração:	Desenvolvimento Econômico				
Linha de pesquisa:	Economia Aplicada				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	Taxa de Câmbio (Desalinhamento e Volatilidade), Complexidade Econômica e Crise Sanitária (COVID)				

Reuniu-se a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Economia, assim composta: Prof. Dr. Julio Fernando Costa Santos - UFU; Prof. Dr. Vinicius Spirandelli Carvalho - UFSM; Prof. Dr. Flavio Vilela Vieira - UFU orientador da candidata. Ressalta-se que em conformidade com deliberação do Colegiado do PPGE e manifestação do orientador, a participação da aluna e dos membros da banca ocorreu de forma totalmente remota. O Prof. Dr. Vinicius Spirandelli Carvalho participou desde a cidade de Santa Maria (RS) e a aluna e demais membros participaram desde a cidade de Uberlândia (MG).

Iniciando os trabalhos o presidente da mesa, Prof. Dr. Flavio Vilela Vieira apresentou a Banca Examinadora e a candidata, agradeceu a presença do público, e concedeu à Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação da Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos examinadores, que passaram a arguir a candidata. Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando a candidata:

Aprovada

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Flavio Vilela Vieira, Professor(a) do Magistério Superior**, em 19/04/2024, às 17:42, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Julio Fernando Costa Santos, Professor(a) do Magistério Superior**, em 19/04/2024, às 17:43, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Vinícius Spirandelli Carvalho, Usuário Externo**, em 23/04/2024, às 17:39, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5292682** e o código CRC **0E511CC4**.

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

T814 2024	<p>Trevizan, Bibiana Pessôa, 1993- Volatilidade cambial: uma análise para os BRICS (2009 A 2022) [recurso eletrônico] / Bibiana Pessôa Trevizan. - 2024.</p> <p>Orientador: Flávio Vilela Vieira . Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Pós-graduação em Economia. Modo de acesso: Internet. Disponível em: http://doi.org/10.14393/ufu.di.2024.224 Inclui bibliografia. Inclui ilustrações.</p> <p>1. Economia. I. , Flávio Vilela Vieira, 1966-, (Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Pós- graduação em Economia. III. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDU: 330</p>
--------------	---

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:

Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074

AGRADECIMENTOS

O caminho até aqui não foi fácil, foram dias difíceis e por muitas vezes pensei que não conseguiria chegar neste momento. Vieram outros desafios concomitante ao mestrado: mudar-me para outra cidade, começar um novo emprego, passar a semana inteira longe de casa e ter que viajar todos os dias em que havia aula para poder participar. São por todos esses momentos de dificuldades que valorizo ainda mais ter chegado até aqui.

Gostaria de agradecer a todos que contribuíram para que eu conseguisse me formar, que estiveram ao meu lado nesse tempo e que fizeram com que as dificuldades fossem mais brandas.

Agradeço especialmente ao meu orientador, Professor Flávio, que não só me orientou com maestria, mas que também me incentivou a persistir, não me deixou desistir e sempre agiu tão prontamente para me orientar e me ajudar. Isso fez a diferença!

Agradeço também aos meus gestores do Banco do Brasil, principalmente à Carol, por me possibilitar assistir às aulas, ainda que elas fossem no meu horário de trabalho, sem sua empatia não teria sido possível chegar até aqui.

Quero agradecer aos professores e à equipe do PPGE que tiveram compreensão com a minha situação e que contribuíram para a minha formação.

Agradeço também aos meus colegas de turma que estiveram presentes nessa jornada e ao meu marido, Igor, que sempre me apoiou e esteve ao meu lado.

RESUMO

O objetivo desta dissertação de mestrado consiste em apresentar a temática da volatilidade cambial e seus determinantes para que se possa entender quais variáveis possuem relevância no entendimento desta volatilidade para os países BRICS no período pós crise financeira de 2008. Nesse sentido, o trabalho desenvolve um estudo empírico para verificar se as variáveis reservas internacionais, diferencial de PIB em relação aos EUA, taxa de juros, diferencial de inflação em relação aos EUA e mercado acionário foram relevantes para determinar a volatilidade da taxa de câmbio real efetiva nos países BRICS. Para tanto, a dissertação estimou modelos ARDL, DOLS e FMOLS para um período de análise entre o primeiro trimestre de 2009 e o último trimestre de 2022. Os resultados obtidos apontaram que para as estimações dos modelos ARDL as variáveis com coeficientes de longo prazo estatisticamente significantes foram diferencial de PIB (sinal negativo) e diferencial de inflação (sinal positivo) para o Brasil, diferencial de PIB e ações (ambas com sinal negativo) a 10% de significância para a Índia e taxa de juros e diferencial de inflação (sinal positivo) para a Rússia. Quanto aos modelos DOLS e FMOLS todos os dez modelos estimados indicam cointegração das variáveis, ou seja, as variáveis explicativas no seu conjunto possuem uma relação cointegrante com a volatilidade cambial.

Palavras-Chaves: volatilidade da taxa de câmbio; BRICS; ARDL; FMOLS e DOLS.

ABSTRACT

The goal of this dissertation is to investigate the issue of exchange rate volatility and its determinants in order to address which variables are relevant in understanding this volatility for the BRICS in the post financial crisis period of 2008. The work develops an empirical investigation to evaluate if international reserves, GDP differential relative to the US GDP, interest rates, inflation differential relative to the US and the equity market are significant to explain the real effective exchange rate volatility for the BRICS. In order to achieve this, the dissertation uses ARDL, DOLS and FMOLS models for the period of 2009 Q1 to 2022 Q4. The results indicate that for the ARDL models estimated the variables with significant long run coefficients are GDP differential (negative sign) and inflation differential (positive sign) for Brazil, GDP differential and equity (negative signs) at 10% for India, interest rates and inflation differential (positive sign) for Russia. Regarding DOLS and FMOLS models all ten estimated models indicate the existence of cointegration, in other words, the explanatory variables have a cointegration relationship with the exchange rate volatility.

Key-Words: Exchange rate volatility; BRICS, ARDL, FMOLS and DOLS

Sumário

INTRODUÇÃO.....	8
1. REVISÃO DA LITERATURA.....	9
2. DESCRIÇÃO DE VARIÁVEIS, METODOLOGIA E MODELOS.....	18
2.1 Descrição das variáveis	18
2.2 Metodologia e Modelos Estimados	23
3. RESULTADOS ECONOMETRICOS.....	27
3.1 Modelos ARDL	30
3.2 Modelos FMOLS e DOLS.....	36
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	38
REFERÊNCIAS	40

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- CUSUM e CUSUM SQUARE - Brasil	30
Figura 2- CUSUM e CUSUM SQUARE - China	30
Figura 3- CUSUM e CUSUM SQUARE - Índia.....	31
Figura 4- CUSUM e CUSUM SQUARE - Rússia	31
Figura 5- CUSUM e CUSUM SQUARE – África do Sul.....	31

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Síntese dos Resultados Empíricos.....	16
Quadro 2 – Síntese das variáveis.....	18

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estatísticas descritivas das variáveis	27
Tabela 2 - Volatilidade da Taxa de Câmbio Real Efetiva- Modelos ARCH-GARCH ..	28
Tabela 3 - Testes de raiz unitária (ADF, PP e KPSS)	29
Tabela 4 - Modelo ARDL.....	31
Tabela 5 - Teste de Autocorrelação: Teste LM	31
Tabela 6 - Testes de Cointegração.....	34
Tabela 7 - Modelos ARDL: Coeficientes de Longo Prazo.....	35
Tabela 8 - Correção de Erro e Variáveis Significativas: Dinâmica de Curto Prazo.....	35
Tabela 9 - Modelos FMOLS e DOLS	37

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Volatilidade da Taxa de Câmbio Real Efetiva- Brasil.....	20
Gráfico 2- Volatilidade da Taxa de Câmbio Real Efetiva- China.....	20
Gráfico 3- Volatilidade da Taxa de Câmbio Real Efetiva- Índia	21
Gráfico 4- Volatilidade da Taxa de Câmbio Real Efetiva- Rússia.....	21
Gráfico 5- Volatilidade da Taxa de Câmbio Real Efetiva- África do Sul.....	22

INTRODUÇÃO

O objetivo desta dissertação de mestrado é apresentar a temática da volatilidade cambial e seus determinantes para compreender quais variáveis possuem relevância no entendimento desta volatilidade para os BRICS (Brasil, Rússia, Índia, China, África do Sul) no período pós crise financeira de 2008. O comportamento da taxa de câmbio real efetiva e sua volatilidade têm impacto relevante sobre diversos aspectos macroeconômicos, incluindo a taxa de inflação, o crescimento da economia, a incerteza dos agentes, dentre outros aspectos, e isso tende a ser ainda mais relevante para as economias emergentes, o que justifica o seu estudo.

Os movimentos da taxa de câmbio compreendem as variações positivas e negativas do preço da moeda nacional em termos da moeda estrangeira, neste trabalho, será analisada a taxa de câmbio real efetiva. Alguns fatores contribuem para que essas variações sejam mais frequentes e em maior magnitude, como o regime cambial e o grau de abertura da economia. A literatura empírica indica que algumas variáveis como as reservas internacionais, taxa de juros, PIB real *per capita*, diferencial de inflação e mercado acionário também são relevantes e afetam a volatilidade da taxa de câmbio. Dessa maneira, pretende-se averiguar se essas variáveis são significativas e qual o seu impacto.

Espera-se, por exemplo, que níveis mais elevados de reservas internacionais estejam associados a maior apreciação da taxa de câmbio e que grandes quantidades de reservas externas possam ser utilizadas para reduzir a volatilidade cambial. Já o PIB real *per capita* visa capturar o efeito Balassa Samelson que argumenta que países com maior (menor) renda *per capita* relativa enfrentam apreciação (depreciação) da taxa de câmbio real efetiva ao longo do tempo.

O diferencial de Inflação pretende capturar o efeito da variação dos preços sobre a apreciação/depreciação da taxa de câmbio real efetiva. Quanto a taxa de juros, segundo a literatura dos modelos da abordagem dos ativos, espera-se uma relação entre retorno (juros) e câmbio, além do fato de que a partir de meados dos anos 1990 várias economias, Brasil incluso, com maior autonomia para utilizar a taxa de juros como instrumento de política monetária (metas de inflação) no combate à inflação tendem a manter a taxa de câmbio real numa trajetória mais estável. Em relação ao mercado acionário, frequentemente há uma relação inversa entre retorno mais altos (juros) e um desincentivo para aplicações no mercado acionário, e tais movimentos podem ter impacto na taxa de câmbio e sua volatilidade.

Nesse sentido, a dissertação envolverá a estimação de três abordagens econométricas distintas, sendo uma delas baseada nos modelos autorregressivos de defasagens distribuídas (ARDL) que fornecerá coeficientes estimados de curto e longo prazo, além de uma discussão sobre cointegração baseada no teste F-bounds. Uma segunda abordagem chamada de Equações Cointegrantes será composta pelas estimações FMOLS (*fully modified OLS*) e DOLS (*dynamic OLS*), que envolverão testes de cointegração. Além desta introdução e das considerações finais, este trabalho, está dividido em uma seção de revisão da literatura e uma seção dedicada à análise dos dados e estimação dos modelos econométricos.

1. REVISÃO DA LITERATURA

Segundo Carvalho (2014) a volatilidade pode ser compreendida como variações positivas ou negativas em variáveis, sejam elas preços, taxas, fluxos, entre outras. No caso da taxa de câmbio, movimentos rápidos e repentinos que levem à apreciação ou depreciação cambial podem ser entendidos como volatilidade da taxa de câmbio. Uma variável é considerada volátil quando há grandes variações em um curto período. Como grandes movimentos não antecipados causam incerteza aos agentes, variáveis voláteis apresentam maiores riscos para consumidores, governo, empresários e investidores.

De acordo com Corrêa e Pereira (2016), o avanço da abertura comercial e financeira mundial permite a entrada e saída de capitais com certa facilidade, o que faz com que, em períodos de incerteza, investimentos e recursos estrangeiros migrem rapidamente para países considerados mais seguros, aqueles que possuem moeda hierarquicamente superior, como a economia norte-americana. Esse rápido movimento de capitais, por exemplo, influencia o preço da moeda nacional em termos da moeda estrangeira e pode ser fator determinante para a volatilidade da taxa de câmbio.

A taxa de câmbio em nível e sua volatilidade são elementos importantes a serem considerados nas decisões de investimento. Conforme resultados encontrados nos trabalhos de Hviding et. al. (2004) e Vieira et. al. (2013), a volatilidade da taxa de câmbio pode causar constrangimentos ao investimento e ao comércio, gerando incertezas e impactando negativamente o crescimento econômico.

Pérez Forero (2022) argumenta que a taxa de câmbio é um preço relativo bastante relevante para o equilíbrio macroeconômico, sobretudo quando se considera economias

pequenas e mercados emergentes. Desse mesmo ponto de vista, a volatilidade da taxa de câmbio é também variável de suma importância para a determinação da estabilidade financeira.

Nesse sentido, diversos trabalhos buscam investigar os movimentos da taxa de câmbio e seus efeitos sobre investimento, comércio, consumo, crescimento, entre outros. Alguns desses trabalhos são apresentados a seguir, retratando as principais intenções dos autores e os resultados obtidos em suas pesquisas.

Carvalho (2014) analisa a temática da taxa de câmbio. O autor investiga a relação entre a volatilidade da taxa de câmbio e a volatilidade dos preços das ações IBOVESPA para os anos 1999 a 2012. Para tanto, foram utilizados os modelos ARCH-GARCH, Vetor Autorregressivo (VAR) e Vetor de Correções de Erros (VEC). Mais precisamente, o autor investigou a relação existente entre o mercado cambial e o mercado acionário brasileiro para averiguar se mudanças na taxa de câmbio determinam variações nos preços das ações ou se mudanças nos preços das ações afetam a taxa de câmbio.

Os resultados de Carvalho (2014) apresentaram que a própria taxa de câmbio determina as mudanças na taxa de câmbio e também são responsáveis por determinar os preços das ações no mercado acionário, principalmente em períodos de crise e em períodos em que se utiliza a taxa de câmbio real em vez da nominal, sendo que cerca de 50% da mudança nos preços do Ibovespa, para os anos de análise, foi explicada pela taxa de câmbio real. O autor constatou que depreciação da taxa de câmbio provoca elevação dos preços das ações no mercado acionário brasileiro.

Fratzscher (2009) traz uma análise dos fatores que afetam os movimentos globais da taxa de câmbio nos períodos de crise financeira. Para tal, realiza uma pesquisa empírica com dados em painel para uma amostra de 57 países entre os anos de 2007 e 2009. Os resultados apontam que houve apreciação cambial do Dólar frente às demais moedas estrangeiras durante a crise financeira de 2007-2008. Anteriormente a esse período, acreditava-se que os grandes desequilíbrios globais da conta corrente e os fluxos de capitais utilizados para ajustá-los resultariam em grande depreciação do dólar, ou seja, esperava-se um movimento oposto ao verificado no período da crise financeira. Fatores como baixo nível de reservas internacionais, fragilidade da conta corrente e alta exposição financeira direta em relação aos EUA, entre outros, justificam esse resultado. Para mais, o autor relata a heterogeneidade dos movimentos da taxa de câmbio durante o período de crise e os anos subsequentes, sobretudo para as economias emergentes.

O trabalho de Fratzscher (2009) também aborda outros determinantes da taxa de câmbio, tais como: diferencial da taxa de juros em relação aos EUA, inflação, dívida do governo, crescimento e produtividade. Em suma, o autor aponta que tais determinantes não se mostraram significativos para explicar os movimentos da taxa de câmbio em períodos de crise financeira.

Coudert, Couharde e Mignon (2011) buscam analisar a volatilidade da taxa de câmbio para economias emergentes entre os anos 1994 e 2009 com ênfase nos períodos de crise financeira. Para tanto, desenvolvem uma análise econométrica a partir de regressões com transições suaves (STR logístico ou exponencial). Os resultados obtidos apontam que a volatilidade da taxa de câmbio possui relação positiva com o grau de estresse financeiro global. A medida de estresse financeiro considera a VIX (volatilidade do índice S&P 500), o índice MSCI do mercado acionário para economias avançadas, o EMBI para as economias emergentes, e dois índices de commodities (CRB e o S&P GSCI). Quanto maior o “estresse” registrado, maiores são os movimentos da taxa de câmbio. As autoras encontraram também evidências de contágio regional entre moedas de economia emergente para moedas de regiões geográficas próximas.

Ajao (2015) investiga os determinantes da volatilidade da taxa de câmbio na Nigéria no período entre 1981 e 2008. A autora obteve a volatilidade da taxa de câmbio por meio do Modelo de Heterocedasticidade Condicional Autorregressiva Generalizada (GARCH) e Correção de Erros (ECM). No modelo proposto, foram incluídas as seguintes variáveis consideradas relevantes e de influência sobre a volatilidade cambial: gastos do governo, oferta de moeda, taxa de juros real, índice de produtividade e abertura da economia.

Os resultados obtidos no estudo de Ajao (2015) por meio dos modelos ARDL apontaram que as variáveis gastos do governo, abertura da economia, taxa de câmbio real e taxa de juros real foram determinantes significativos para explicar a volatilidade da taxa de câmbio na Nigéria no período 1981 a 2008. Ademais, o modelo apresentou a existência de uma relação de equilíbrio de longo prazo entre as variáveis e razoável velocidade de ajuste em direção ao equilíbrio de longo prazo.

Os determinantes da volatilidade da taxa de câmbio na África do Sul para o período de 1986 a 2013 foram objeto da análise de Mpfu (2016). O objetivo do autor foi testar a hipótese de que a abertura econômica diminui a volatilidade da taxa de câmbio. Para tanto, foram estimados modelos GARCH. Os resultados obtidos indicaram que a mudança do regime cambial no país para câmbio flutuante teve efeito positivo e significativo na volatilidade da taxa de câmbio. Quanto a abertura comercial, quando utilizadas taxas de câmbio bilaterais há uma

redução na volatilidade da taxa de câmbio, porém, quando as taxas de câmbio utilizadas são multilaterais, averiguou-se um aumento na volatilidade do câmbio. Ademais, os resultados concluíram que as variáveis volatilidade da produção, preços das *commodities*, oferta monetária e reservas estrangeiras são determinantes significativos para volatilidade da taxa de câmbio.

O trabalho desenvolvido por Stancik (2006) visa analisar os principais fatores que contribuem para a volatilidade da taxa de câmbio do euro nos novos membros da União Europeia considerando o início dos anos 2000, tendo em vista que a estabilidade da taxa de câmbio é um critério determinante para um país aderir à União Europeia. O autor utilizou os modelos ARCH com uma amostra de seis países europeus para o período de 1993 a 2003 e considerou que os principais fatores que aumentam a volatilidade de câmbio são a abertura comercial, o fator “notícia”, que diz respeito às notícias que circundam o país e o regime cambial. O modelo ARCH foi empregado para obter a volatilidade da taxa de câmbio.

Os resultados obtidos por Stancik (2006) sugeriram que a abertura comercial possui efeito negativo sobre a volatilidade da taxa de câmbio, indicando que economias mais abertas tendem a possuir menor volatilidade cambial. Quanto aos efeitos das “notícias”, esses foram significativos, sendo que a magnitude desses efeitos varia entre os países analisados. Em relação ao regime cambial, quanto menos rígido, maior a volatilidade, ou seja, países com regime de câmbio flutuante tendem a possuir maior volatilidade da taxa de câmbio quando comparados aos países com regime de câmbio fixo.

Vieira e Gomes da Silva (2022) realizam uma análise ARDL em painel para averiguar se as reservas internacionais afetam a taxa de câmbio real e sua volatilidade para um conjunto de 57 países envolvendo o período de 1994 a 2017. As estimativas indicam que, com relação aos efeitos longo prazo, níveis mais elevados de reserva causam apreciação da taxa de câmbio e diminuição de sua volatilidade bem como níveis mais baixos de reserva promovem depreciação do câmbio, aumentando sua volatilidade. Já no curto prazo, denotam que os ajustes ocorrem de maneira muito mais rápida na volatilidade da taxa de câmbio do que no nível da taxa de câmbio.

Vieira e Gomes da Silva (2022) indicam a existência de evidências de determinantes significativos para o nível da taxa de câmbio e sua volatilidade: o PIB per capita em relação ao PIB per capita dos EUA (como proxy do efeito Balassa-Samuelson) baseado no argumento de que maior produtividade relativa está associada a uma taxa de câmbio mais apreciada), a inflação e o diferencial de inflação em relação aos EUA, a dívida pública e a independência monetária de maneira parcial.

Mirchandani (2013) analisa as variáveis macroeconômicas que levam a variações expressivas na taxa de câmbio de uma moeda, considerando a grande volatilidade da taxa de câmbio com que a Índia se deparou no início dos anos 2000. O país se defrontou com grande desvalorização de sua moeda nacional em relação ao dólar americano. O período de análise foi de 1991 e 2010 e as variáveis consideradas como determinantes da volatilidade da taxa de câmbio para a Índia durante esse período foram a taxa de inflação, o diferencial da taxa de juros em relação aos EUA, os déficits em conta corrente, o crescimento do PIB e os investimentos estrangeiros e fluxos de capitais. Os resultados apontaram que o principal fator responsável pela grande volatilidade da taxa de câmbio foi a inconstante entrada e saída dos fluxos de capitais no país.

O trabalho desenvolvido por Grydaki e Fountas (2011) visa investigar o que explica a volatilidade da taxa de câmbio nominal, buscando evidências em três países latino-americanos durante o período 1979-2009. Apoiaram-se na análise econométrica dos modelos GARCH e encontraram que a variabilidade na oferta de moeda, a inflação, a abertura financeira e os regimes cambiais explicam a volatilidade da taxa de câmbio. Sendo que, para esses países, maior abertura financeira e regime de câmbio flutuante tendem a aumentar a volatilidade da taxa de câmbio.

Vieira e MacDonald (2016) investigam a relação entre volatilidade cambial e exportações para uma análise de painel de 106 países com dados de 2000 a 2011 utilizando *GMM system*. Os resultados indicam que existem evidências de que a volatilidade da taxa de câmbio real impacta o volume das exportações de países exportadores de petróleo, sendo que um aumento na volatilidade da taxa de câmbio reduz o volume de exportações. Entretanto, os autores não encontraram indícios de que a volatilidade da taxa de câmbio afete o volume das exportações de países que não são exportadores de petróleo.

Ekanayake e Dissanayake (2022) analisam os efeitos da volatilidade da taxa de câmbio real no comércio de exportações dos Estados Unidos para os países do BRICS. Os autores centram-se nos principais produtos de exportação dos Estados Unidos para o Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul, utilizando dados trimestrais para o período de 1993T1 a 2021T2. Para tanto, os autores utilizaram três métodos de estimação: Painel de mínimos quadrados, FMOLS e DOLS. Ademais, para verificarem os efeitos de curto e longo prazo da volatilidade da taxa de câmbio real sobre as exportações, os autores estimaram modelos ARDL para análise de cointegração e modelos de correção de erros. Os resultados obtidos apontaram que, no longo

prazo, a volatilidade da taxa de câmbio possui efeito negativo nas exportações para os cinco países analisados e que, no curto prazo, os efeitos da volatilidade produzem resultados mistos.

Gnagne e Bonga-Bonga (2020) buscam analisar o impacto da volatilidade da taxa de câmbio nos mercados de títulos, com ênfase no mercado acionário e de títulos das economias dos países BRICS. O objetivo dos autores é verificar a extensão das repercussões que a volatilidade da taxa de câmbio causa sobre o retorno dos ativos nesses mercados. Para isso, utilizam-se de estimações GARCH-M multivariado para dados obtidos da *Thomson Reuters DataStream* no período de dez anos que compreende desde janeiro de 2006 a novembro de 2016.

Os resultados encontrados pelos autores apontam que a volatilidade da taxa de câmbio impacta positivamente os retornos acionários no Brasil, Índia e África do Sul e negativamente o retorno desse mercado para a Rússia e China. Em relação ao mercado de títulos, a volatilidade do câmbio afeta de maneira positiva os rendimentos dos títulos em todos os BRICS exceto na África do Sul.

Araujo, Araújo e Brito (2020) abordam os efeitos da volatilidade da taxa de câmbio sobre o investimento das empresas de capital aberto no Brasil. As autoras realizam uma investigação empírica utilizando análise de dados em painel dinâmico para 24 setores da indústria de transformação agrupados em quatro setores classificados de acordo com a intensidade de fatores empregados na produção: intensiva em recursos naturais; intensiva em trabalho; intensiva em escala e intensiva em tecnologia. O período de análise compreende os anos 1997 a 2019 e os dados foram extraídos dos demonstrativos financeiros de 309 empresas de transformação reportados na base Económica.

Os resultados apontaram que a volatilidade da taxa de câmbio é significativa para todos os setores, exceto aqueles intensivos em recursos naturais. Para esses setores, a volatilidade da taxa de câmbio afeta negativamente o investimento das indústrias domésticas, especialmente para as empresas intensivas em tecnologia. Dessa maneira, as autoras concluem que os setores intensivos em trabalho, em escala e em tecnologia são sensíveis à variação da moeda estrangeira, sendo que essas variações tendem a diminuir o estímulo ao investimento.

Souza, Gama, Carmo e Vasconcelos (2021) desenvolvem um trabalho que visa compreender os efeitos da volatilidade da taxa de câmbio sobre as exportações brasileira para os Estados Unidos entre o período de janeiro de 1999 a fevereiro de 2017. Para tanto, foi utilizada a metodologia de cointegração baseada no teste de fronteira de Pesaran em quatro

medidas de volatilidade da taxa de câmbio com os cem principais setores de exportação entre Brasil e Estados Unidos.

Os resultados obtidos apontaram que nas relações comerciais entre Brasil e Estados Unidos, a volatilidade cambial e o fluxo comercial apresentam mais relações positivas do que negativas para os setores estudados, indicando que este padrão pode ser característico dessas relações. Observou-se ainda que os setores positivamente relacionados com a volatilidade cambial foram os de produtos com pouca dependência de capital externo ou com demanda altamente elástica, enquanto os negativamente relacionados são os de produtos com alta dependência de capital externo ou com demanda inelástica.

Morina, Hysa, Ergün, Panait e Voica (2020) apontam que a taxa de câmbio é uma variável macroeconômica fundamental que afeta o comércio internacional e a economia real das nações. O trabalho dos autores visa examinar o efeito da taxa de câmbio real efetiva sobre o crescimento econômico dos países da Europa. Para isso, utilizaram dados anuais de 14 países europeus entre 2002 e 2018.

Por meio da regressão de dados em painel, os autores encontraram uma relação negativa entre crescimento e volatilidade cambial. Os resultados apontaram que o aumento da volatilidade da taxa de câmbio tende a diminuir o crescimento econômico real. A seguir, o quadro 1 sintetiza os resultados encontrados por cada autor.

Quadro 1 - Síntese dos Resultados Empíricos

Autores	Dados e amostra	Objeto de Análise	Modelo	Resultados
Carvalho (2014)	1999-2012 (Brasil)	Relação entre volatilidade cambial e preços das ações Ibovespa.	VAR e VEC	Depreciação da taxa de câmbio provoca elevação dos preços das ações no mercado acionário brasileiro.
Fratzscher (2009)	2007-2009 (57 países)	Movimentos da taxa de câmbio nos períodos de crise financeira.	Painel	Apreciação cambial do Dólar frente às demais moedas estrangeiras durante a crise financeira de 2007-2008.
Ajao (2015)	1981-2008 (Nigéria)	Determinantes da volatilidade da taxa de câmbio na Nigéria.	ARDL	Gastos do governo, abertura da economia, taxa de câmbio real e taxa de juros real foram determinantes significativos para explicar a volatilidade.
Mpofu (2016)	1986-2013 (África Sul)	Determinantes da volatilidade da taxa de câmbio na África do Sul.	GARCH	Abertura comercial, volatilidade da produção, preços das <i>commodities</i> , oferta monetária e reservas são determinantes significativos para volatilidade cambial.
Stancik (2006)	1993-2003 (6 países europeus)	Fatores que contribuem para a volatilidade cambial do euro.	ARCH	Abertura comercial, o fator “notícia”, que diz respeito às notícias que circundam o país e o regime cambial.
Vieira e Gomes da Silva (2022)	1994-2017 (57 países)	Reservas afetam a taxa de câmbio e sua volatilidade?	ARDL	Níveis mais elevados de reserva causam apreciação cambial e diminuição de sua volatilidade.
Mirchandani (2013)	1991-2010 (Índia)	Variáveis que afetam a volatilidade da taxa de câmbio na Índia	ARDL	Taxa de inflação, diferencial da taxa de juros em relação aos EUA, déficits em conta corrente, crescimento do PIB, investimentos estrangeiros e fluxos de capitais.

Fonte: Elaboração Própria.

Quadro 2 - Síntese dos Resultados Empíricos- Continuação

Autores	Dados e amostra	Objeto de Análise	Modelo	Resultados
Grydaki e Fountas (2010)	1979-2009 (3 países latinos)	Determinantes da volatilidade cambial.	GARCH	Variabilidade na oferta de moeda, a inflação, a abertura financeira e os regimes cambiais.
Vieira e MacDonald (2016)	2000-2011 (106 países)	Relação entre volatilidade cambial e exportações.	GMM <i>system</i>	A volatilidade da taxa de câmbio impacta negativamente o volume das exportações de países exportadores de petróleo.
Ekanayake e Dissanayake (2022)	1993-2021 (BRICS)	Efeitos da volatilidade cambial nas exportações EUA/BRICS	Painel, FMOLS e DOLS	A volatilidade da taxa de câmbio possui efeito negativo nas exportações para os cinco países analisados no longo prazo.
Gnagne e Bonga-Bonga (2020)	2006-2016 (BRICS)	Impacto da volatilidade cambial nos mercados de títulos.	GARCH-M	A volatilidade da taxa de câmbio impacta positivamente os rendimentos dos títulos em todos os BRICS exceto na África do Sul.
Araujo, Araújo e Brito (2023)	1997-2019 (Brasil)	Efeitos da volatilidade cambial sobre o investimento das empresas brasileiras.	Painel	A volatilidade da taxa de câmbio afeta negativamente o investimento das indústrias domésticas brasileiras.
Souza, Gama, Carmo e Vasconcelos (2021)	1999-2017 (Brasil)	Compreender os efeitos da volatilidade cambial sobre as exportações Brasil/EUA.	Teste de fronteira de Pesaran	A volatilidade cambial e o fluxo comercial apresentam mais relações positivas do que negativas para os setores estudados.
Morina, Hysa, Ergün, Panait, e Voica (2020)	2002-2018 (14 países europeus)	Efeito da taxa de câmbio sobre o crescimento econômico dos países europeus.	Painel	Relação negativa entre crescimento das economias europeias e volatilidade da taxa de câmbio.

Fonte: Elaboração Própria.

2. DESCRIÇÃO DE VARIÁVEIS, METODOLOGIA E MODELOS

A presente seção da dissertação tem por objetivo apresentar as diversas variáveis a serem utilizadas nas estimações econométricas (ARDL, FMOLS e DOLS) além dos aspectos metodológicos associados a tais estimações, além dos resultados dos modelos estimados.

2.1 Descrição das variáveis

Quadro 2 – Síntese das variáveis

Variável	Nomenclatura	Descrição	Unidade	Fonte
Volatilidade da Taxa de Câmbio real efetiva	VOLAT	Volatilidade da Taxa de Câmbio	Cálculo da Variância Condicional	BIS
Taxa de Câmbio real Efetiva	TXCAMBIO	Câmbio real efetivo -	Índice 2010 = 100. Aumento (diminuição) = apreciação (depreciação)	BIS
Reservas internacionais	RESER	Reservas Internacionais como % do PIB	%	Global Economic Monitor
Diferencial do PIB em relação aos EUA	DIFPIB	Diferencial do PIB real per capita em relação ao dos EUA	%	Global Economic Monitor
Taxa de Juros	TJUROS	Taxa básica de juros referente a média dos juros no período	%	Federal Reserve Bank Database (FRED)
Diferencial de inflação em relação aos EUA	DIFINF	Diferencial de Inflação em relação à dos EUA	%	Global Economic Monitor
Mercado Acionário	ACOES	Mercado Acionário	US\$ Milhões	Global Economic Monitor

Fonte: Elaboração própria

A volatilidade da taxa de câmbio real efetiva (em *log*) será obtida por meio das estimações dos modelos ARCH-GARCH. A variável reservas internacionais foi incluída

visando averiguar se níveis mais elevados de reservas estão associados a maior apreciação da taxa de câmbio. Espera-se que grandes quantidades de reservas externas possam ser utilizadas para reduzir a volatilidade cambial.

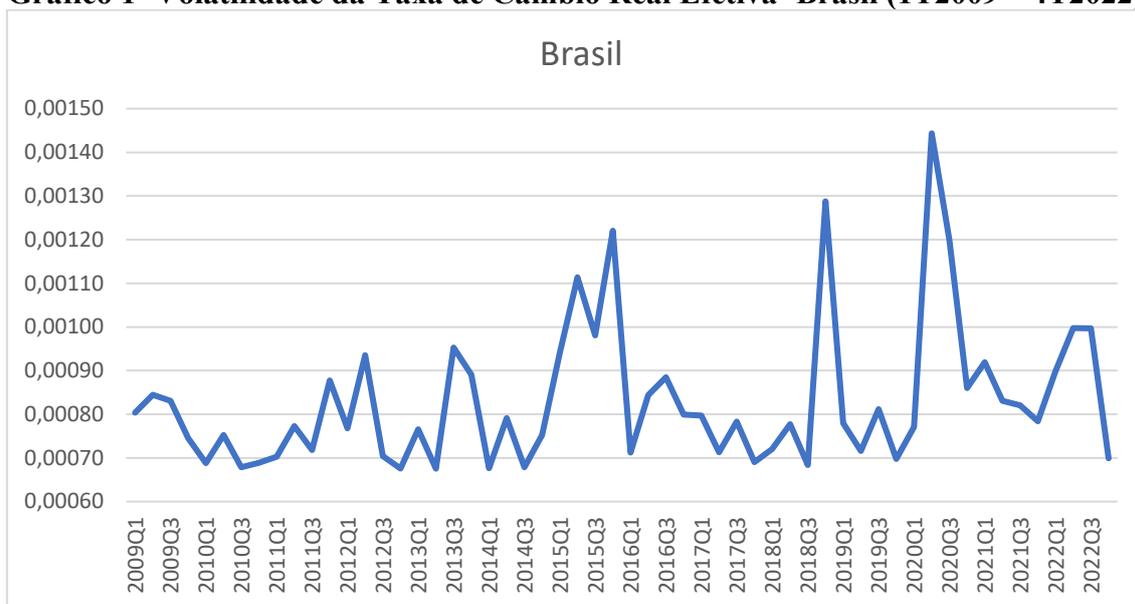
A inclusão da variável PIB visa capturar o efeito Balassa Samelson que argumenta que países com maior (menor) renda *per capita* relativa enfrentam apreciação (depreciação) da taxa de câmbio real efetiva ao longo do tempo. O Diferencial de Inflação será incluído no modelo para capturar o efeito da variação dos preços sobre a apreciação/depreciação da taxa de câmbio real efetiva. A taxa de juros faz parte do modelo pois em geral nos modelos da abordagem dos ativos há uma relação entre retorno (juros) e câmbio, além do fato de que a partir de meados dos anos 1990 várias economias, Brasil incluso, com maior autonomia para utilizar a taxa de juros como instrumento de política monetária (metas de inflação) no combate à inflação tendem a manter a taxa de câmbio real numa trajetória mais estável.

A inclusão da variável mercado acionário é justificada em função de que frequentemente há uma relação inversa entre retorno mais altos (juros) e um desincentivo para aplicações no mercado acionário, e tais movimentos podem ter impacto na taxa de câmbio e sua volatilidade.

A volatilidade da taxa de câmbio é a variável dependente do modelo proposto e foi obtida por meio das estimações ARCH-GARCH. A partir dos resultados obtidos, a seguir, são apresentados cinco gráficos que descrevem a volatilidade da taxa de câmbio para cada país do Brics durante o período de análise proposto por esse trabalho- primeiro trimestre de 2009 ao último trimestre de 2022.

O gráfico 1 retrata a volatilidade da taxa de câmbio real efetiva para o Brasil durante o período que compreende o primeiro trimestre de 2009 ao último trimestre de 2022. É notável que a taxa de câmbio no país é volátil, apresentando flutuações mais bruscas após o último trimestre de 2015 até o fim do período analisado, as flutuações mais acentuadas são reflexos, dentre outros fatores, de eventos como a crise de 2014 e a pandemia do Corona Vírus. A volatilidade é ainda mais acentuada a partir do primeiro trimestre de 2016.

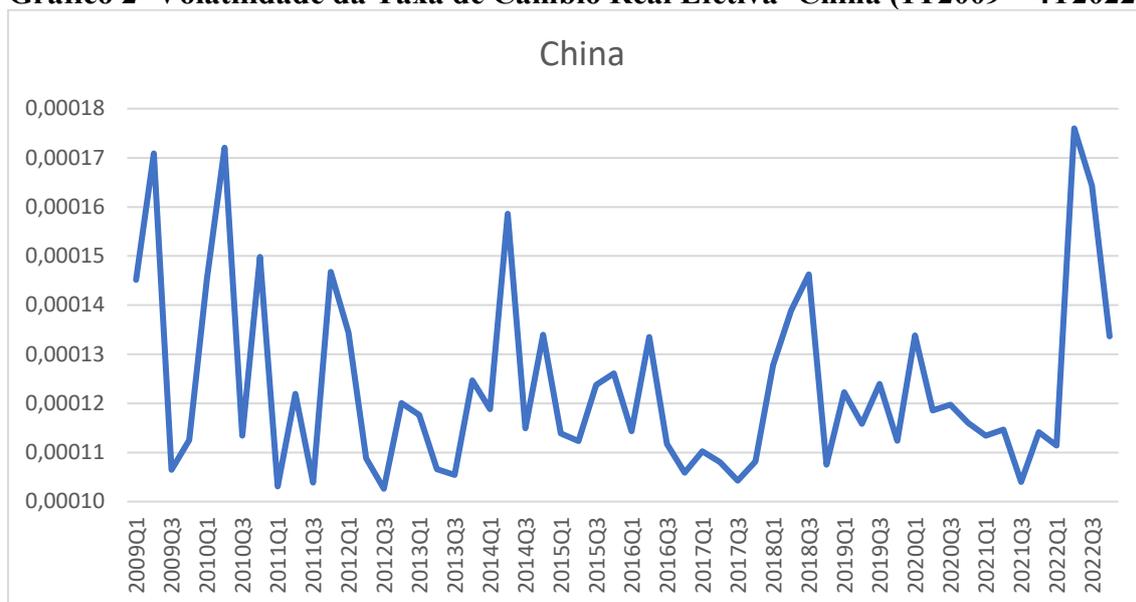
Gráfico 1- Volatilidade da Taxa de Câmbio Real Efetiva- Brasil (1T2009 – 4T2022)



Fonte: Elaboração Própria a partir do *Software Eviews 10*.

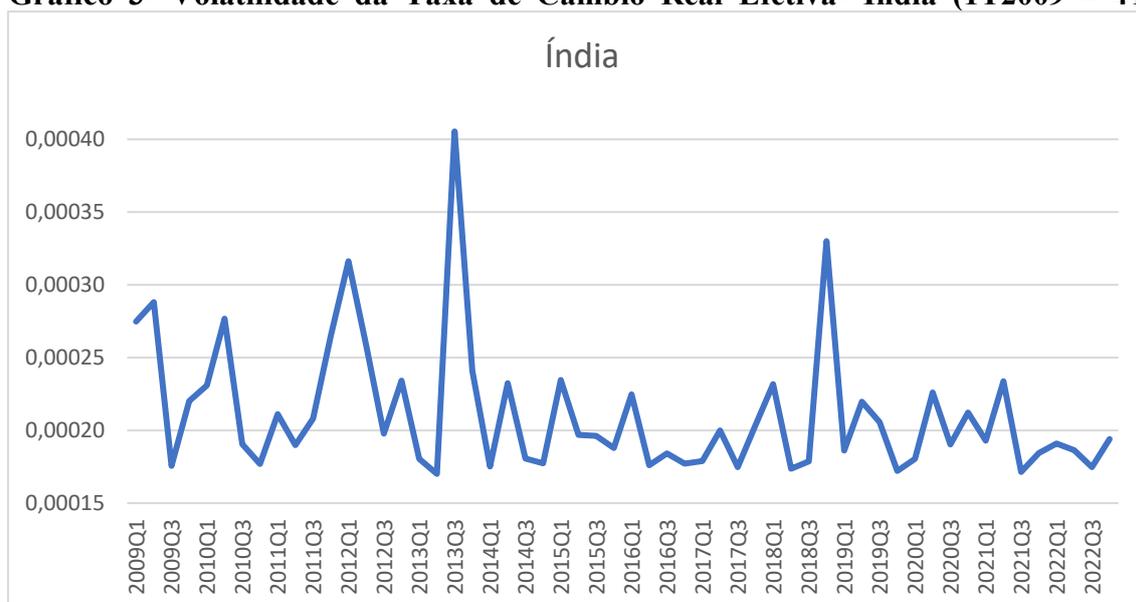
Para a China, retratada no gráfico 2, as flutuações são ainda mais acentuadas. Dos países BRICS, a China é o país que apresenta maior volatilidade cambial para os anos analisados. Sendo que em todo o período há bruscos movimentos da volatilidade da taxa de câmbio. Após a crise do Corona Vírus, por exemplo, período refletido pós 2021, a volatilidade se acentua.

Gráfico 2- Volatilidade da Taxa de Câmbio Real Efetiva- China (1T2009 – 4T2022)



Fonte: Elaboração Própria a partir do Software Eviews 10.

Gráfico 3- Volatilidade da Taxa de Câmbio Real Efetiva- Índia (1T2009 – 4T2022)



Fonte: Elaboração Própria a partir do Software Eviews 10.

No gráfico 3, retratamos a volatilidade da taxa de câmbio para a Índia, o país apresenta volatilidade cambial, porém em menor escala quando comparado ao Brasil e a China no período de análise. No ano de 2013 há um movimento expressivo da volatilidade da taxa de câmbio. Em relação aos demais países do BRICS, a Índia foi o país em que a taxa de câmbio menos se alterou com os efeitos da pandemia do corona vírus, sendo que suas flutuações seguiram mais amenas durante esse período.

Gráfico 4- Volatilidade da Taxa de Câmbio Real Efetiva- Rússia (1T2009 – 4T2022)

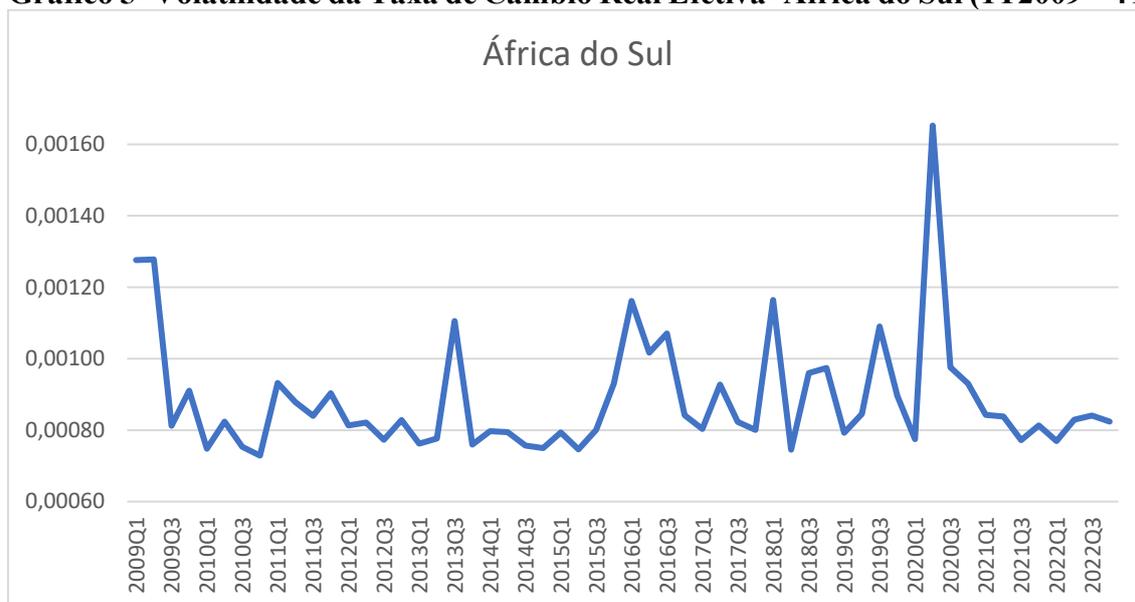


Fonte: Elaboração Própria a partir do Software Eviews 10.

O gráfico 4 reporta a volatilidade da taxa de câmbio para a Rússia. A volatilidade da taxa de câmbio para o país é bastante amena. A Rússia opera o regime de câmbio com flutuação administrada, sendo que a volatilidade da taxa de câmbio é bem pequena para o período de análise, com exceção do período 2022 em que é possível observar forte movimento da volatilidade.

Em relação a África do Sul, representada no gráfico 5, a volatilidade da taxa de câmbio também é aparente, porém menor em comparação ao Brasil, China e Índia. No primeiro trimestre de 2009 há acentuado movimento da volatilidade da taxa de câmbio bem como no primeiro e terceiro trimestre de 2020.

Gráfico 5- Volatilidade da Taxa de Câmbio Real Efetiva- África do Sul (1T2009 – 4T2022)



Fonte: Elaboração Própria a partir do Software Eviews 10.

2.2 Metodologia e Modelos Estimados

A estimação dos modelos do tipo ARCH-GARCH (modelos de Heterocedasticidade Condicional Autoregressiva) para a primeira diferença da taxa de câmbio real efetiva (em log) é a parte inicial empírica do trabalho pois é esta estimação que fornecerá a medida da variável dependente (volatilidade cambial) a ser utilizada nos três modelos a serem estimados, ARDL, FMOLS e DOLS para os *BRICS*. A estimação dos modelos ARCH-GARCH será feita com dados mensais para a taxa de câmbio real efetiva e após a obtenção da medida de volatilidade condicional mensal, esta será transformada em dados trimestrais (média) para que se possam estimar os modelos ARDL, FMOLS e DOLS, levando em consideração as demais variáveis explicativas.

O período proposto para análise compreende os anos entre 2009 T1 e 2022 T4 com frequência trimestral, devido a disponibilidade de dados. As variáveis que fazem parte dos modelos econométricos estão descritas no quadro 1 com suas informações pertinentes como unidade e fonte.

A justificativa para a utilização de modelos do tipo ARDL na estimação da equação da volatilidade da taxa de câmbio ocorre em função de algumas vantagens em relação aos testes de cointegração mais tradicionais (Vetor de Correção de Erros) e os modelos de Vetores Autorregressivos (VAR), dentre as quais destacam-se o tratamento de variáveis com diferentes

ordens de integração, a maior eficiência para captar relações de longo prazo em amostras pequenas de dados e a determinação de um nível ótimo de defasagens para cada uma das variáveis do modelo ARDL por intermédio de um critério de seleção previamente escolhido (Pesaran et al., 2001; Pesaran e Shin (1999)).

A metodologia ARDL consiste na verificação da existência de vetores de cointegração, isto é, de relações de longo prazo entre um conjunto de variáveis. Confirmada esta relação, estimam-se os coeficientes de longo e curto prazos, bem como a velocidade de ajustamento ao equilíbrio de longo prazo. Para isso, o modelo ARDL é estimado na forma de vetores de correção de erros (ARDL-ECM), podendo ser especificado como se segue, considerando neste exemplo uma variável dependente y e uma variável explicativa x :

$$\Delta y_t = \alpha_0 + \alpha_1 \tau + \delta_1 y_{t-1} + \delta_2 x_{t-1} + \sum_{i=1}^n \theta_{1i} \Delta y_{t-i} + \sum_{i=1}^n \theta_{2i} \Delta x_{t-i} + \varepsilon_t \quad (1)$$

em que Δ indica primeira diferença; α_1 e α_2 são a constante e o coeficiente de tendência; δ_i , $i = 1, 2$, são parâmetros de longo prazo; ϕ_i , $i = 1, 2$, são parâmetros de curto prazo; ε_t é o termo de erro.

O teste de cointegração desenvolvido por Pesaran et al. (2001) é um teste Wald (teste-F) para a verificação da significância conjunta dos parâmetros de longo prazo do modelo. Para isso, os autores fornecem uma banda de valores críticos, onde o nível inferior é calculado com a hipótese de que todas as variáveis do modelo ARDL são estacionárias e a banda superior com a hipótese de que todas as variáveis são $I(1)$. Os modelos podem contar com a utilização (ou não) de intercepto e tendência.

Definida a banda de valores críticos, a estatística-F do teste Wald é comparada com ela. A hipótese nula é de não existência de vetores de cointegração, e a hipótese alternativa é de existência de relação de longo prazo entre as variáveis do modelo. Dessa forma, se a estatística-F do teste Wald ficar abaixo da banda inferior de valores críticos, a hipótese nula não é rejeitada. Se a estatística-F for maior que a banda superior de valores críticos, a hipótese nula é rejeitada, indicando a existência de cointegração entre as variáveis. Por fim, se a estatística-F ficar dentro do intervalo de valores críticos, é necessário conhecer a ordem de integração das variáveis para prosseguir a análise.

A escolha dessa metodologia econométrica se deve à capacidade que os modelos ARDL possuem em manter informações importantes em relação ao curto e longo prazo. Ademais, qualquer desequilíbrio de curto prazo é interpretado como um mecanismo de ajuste

para o equilíbrio de longo prazo. Esses ajustes são realizados por meio do Formulário de Correção de Erros (ECM).

Neste trabalho serão utilizados os modelos ARDL para analisar a volatilidade da taxa de câmbio real efetivo, com base na seguinte equação:

Variável dependente: Volatilidade da Taxa de Câmbio Real Efetiva.

$$\begin{aligned} \Delta VOLAT_t = & \alpha_0 + \alpha_1 VOLAT_{t-1} + \alpha_2 RESE R_{t-1} + \alpha_3 PIB_{t-1} + \alpha_4 JUROS_{t-1} + \\ & \alpha_5 DIFINF_{t-1} + \alpha_6 ACOES_{t-1} + \sum_{i=1}^n \theta_1 \Delta VOLAT_{t-i} + \sum_{i=1}^m \theta_2 \Delta RESE R_{t-i} + \\ & \sum_{i=1}^p \theta_3 \Delta PIB_{t-i} + \sum_{i=1}^q \theta_4 \Delta JUROS_{t-i} + \sum_{i=1}^r \theta_5 \Delta DINF I_{t-i} + \sum_{i=1}^s \theta_6 \Delta ACOES_{t-i} + \\ & + \varepsilon_{1t} \end{aligned} \quad (2)$$

Os modelos ARDL, DOLS e FMOLS serão estimados a partir de um modelo *baseline* que contém as seguintes variáveis: VOLAT, RESER, PIB, JUROS e DIFINF. Tal estratégia será adotada para que os modelos sejam mais parcimoniosos e no caso dos modelos ARDL isso permitirá incluir um maior número de defasagens o que é algo desejável, e a estratégia vale para as três metodologias econométricas (ARDL, FMOLS e DOLS) para que os resultados dos parâmetros estimados possam ser comparados. Em um segundo momento será adicionada a variável do mercado acionário (ACOES).

As estimações dos modelos do tipo *Dynamic Ordinary Least Squares* (DOLS) está associada originalmente aos trabalhos de Saikkonen (1992) e Stock e Watson (1993) que desenvolveram a estimação de uma equação cointegrante por meio do método dos mínimos quadrados dinâmico (DOLS), tendo como objetivo a construção de um estimador assintoticamente eficiente que elimina o processo de *feedback* do sistema cointegrante.

O método DOLS baseia-se numa abordagem paramétrica para estimar o equilíbrio de longo prazo em sistemas que envolvem variáveis integradas de diferentes ordens, mas que não são cointegradas, corrigindo possível viés de simultaneidade entre os regressores.

Esse método apresenta um processo de ampliação da regressão cointegrante com termos de defasagem e de períodos futuros (*lags and leads*) para a primeira diferença do regressor (ΔX_t), com isso, o termo de erro resultante da equação cointegrante é ortogonal em relação a toda a história das inovações estocásticas dos regressores.

Tratando-se de endogeneidade e autocorrelação dos resíduos, o estimador de MQO é consistente, porém não terá distribuição assintoticamente normal. Para solucionar esse

problema, utiliza-se o estimador MQO dinâmico (DOLS), tendo em vista a estimação de β na seguinte regressão para um modelo com duas variáveis Y_t e X_t :

$$Y_t = \alpha + \lambda t + \beta X_t + \sum_{j=-q}^r \delta_k \Delta x_{t+j} + u_t \quad (3)$$

Onde q representa o número de defasagens e r o número de períodos futuros. A equação pode incluir um intercepto (α) e um termo de tendência (λt). A escolha das defasagens (q) e dos períodos futuros (r), *lags and leads*, é obtida baseando-se nos critérios de informação como os de Akaike, Schwarz ou Hannan-Quinn.

O modelo *Fully Modified Ordinary Least Squares* (FMOLS) foi proposto por Philipps e Hansen (1990) e produz estimadores que são assintoticamente normalmente distribuídos. Por meio da estimação OLS, este estimador realiza correções semi-paramétricas em dois passos, corrigindo os problemas de autocorrelação dos erros e endogeneidade dos regressores do estimador OLS. Dessa forma, os métodos FMOLS e DOLS apresentam desempenho superior ao método OLS, pois efetuam correção da endogeneidade e da correlação serial dos regressores.

A estimação dos modelos DOLS e FMOLS (2009 T1 a 2022 T4) para a volatilidade da taxa de câmbio real efetiva (Y_t) dos BRICS envolverá o mesmo conjunto de regressores como apresentado na equação (2) da estimação ARDL, ou seja: reservas internacionais, taxa de juros, PIB real per capita, diferencial de inflação e mercado acionário.

3. RESULTADOS ECONOMÉTRICOS

Primeiramente, a tabela 1 reportará as estatísticas descritivas das variáveis para cada país de análise, apresentando seus respectivos valores médios, máximos, mínimos e desvio-padrão e, então, seguiremos para as estimações e resultados obtidos.

Tabela 1- Estatísticas Descritivas das variáveis

VOLAT					
	Brasil	China	Índia	Rússia	África do Sul
Média	0,000831	0,000124	0,000212	0,002030	0,000887
Máximo	0,001444	0,000176	0,000405	0,012540	0,001653
Mínimo	0,000675	0,000103	0,000170	0,001646	0,000729
Desvio-Padrão	0,000164	0,000019	0,000046	0,001464	0,000168
RESER					
	Brasil	China	Índia	Rússia	África do Sul
Média	1.035.255,11	9.540.434,91	1.157.089,09	1.455.319,59	147.603,54
Máximo	1.158.053,00	12.014.641,00	1.912.005,00	1.877.364,90	179.147,00
Mínimo	565.370,00	5.791.524,00	749.874,00	1.074.346,50	101.621,00
Desvio-Padrão	147.713,71	1.281.476,39	333.809,50	224.493,40	16.437,78
DIFPIB					
	Brasil	China	Índia	Rússia	África do Sul
Média	-10.175,76	-11.138,38	-12.333,39	-9.698,14	-10.899,36
Máximo	-8.670,62	-9.986,69	-10.668,06	-8.294,25	-9.295,30
Mínimo	-12.018,67	-12.471,97	-14.200,53	-11.511,11	-12.816,79
Desvio-Padrão	1.092,84	750,67	1.065,04	995,46	1.070,23
TJUROS					
	Brasil	China	Índia	Rússia	África do Sul
Média	9,55	3,57	6,01	8,21	8,87
Máximo	15,26	6,43	9,64	12,24	11,38
Mínimo	2,12	1,14	3,18	5,80	7,00
Desvio-Padrão	3,34	1,17	1,84	1,48	0,88
DIFINF					
	Brasil	China	Índia	Rússia	África do Sul
Média	3,76	-0,087	4,47	5,16	3,01
Máximo	9,99	3,092	11,79	16,69	9,32
Mínimo	-1,19	-7,000	-1,84	-0,40	-2,24
Desvio-Padrão	2,45	2,350	3,50	4,26	2,25
ACOES					
	Brasil	China	Índia	Rússia	África do Sul
Média	190,80	285,18	368,84	172,41	325,46
Máximo	320,24	466,68	630,37	406,75	397,94
Mínimo	86,42	201,38	147,00	59,63	165,44
Desvio-Padrão	57,47	49,79	109,72	91,98	46,15

Fonte: Elaboração própria a partir do *Software Eviews 10*.

A volatilidade da taxa de câmbio real efetiva (TCREF) é estimada por meio dos modelos ARCH-GARCH. As medidas de volatilidade da taxa de câmbio real efetiva são calculadas a partir da variação da log da taxa de câmbio real efetiva:

$$DLTCREF_t = \ln(TCREF)_t - \ln(TCREF)_{t-1}$$

A partir da expressão acima estima-se um modelo autoregressivo, é implementado o teste de Engle para detecção de ARCH (hipótese nula de ausência de ARCH) e, em uma segunda etapa, estimado o modelo do tipo ARCH-GARCH para obter a variância condicional. A variância condicional é a medida utilizada para a volatilidade da taxa de câmbio calculada a partir dos dados mensais para a taxa de câmbio real efetiva (em primeira diferença e em log) para os países do BRICS no período janeiro de 2009 a dezembro de 2022. Após a obtenção da medida de volatilidade condicional mensal, cada série será transformada em dados trimestrais por meio da média mensal de três meses para cada país. Na tabela 2, estão reportados os modelos selecionados, para todos os países, o modelo selecionado foi AR(1) ARCH (1), com exceção da África do Sul cujo modelo selecionado foi AR(1) GARCH (1, 1).

Tabela 2: Volatilidade da Taxa de Câmbio Real Efetiva- Modelos ARCH-GARCH

Países	Modelo Selecionado
Brasil	AR(1) ARCH (1)
China	AR(1) ARCH (1)
Índia	AR(1) ARCH (1)
Rússia	AR(1) ARCH (1)
África do Sul	AR(1) GARCH (1,1)

Fonte: Elaboração Própria a partir do Software Eviews 10.

Inicialmente, é importante verificar se as séries temporais utilizadas são estacionárias ou não, visto que estacionariedade de uma série temporal é uma propriedade que descreve como seus valores estatísticos se comportam ao longo tempo. Uma série temporal é considerada estacionária quando suas propriedades estatísticas tais como média e variância são constantes, e a covariância só depende dos períodos a frente e não do período de tempo em si.

A tabela 3 apresenta os resultados dos testes de raiz unitária para definirmos se as séries são estacionárias (I (0)) ou não estacionárias (I (1)). Dessa maneira, foram realizados três testes de raiz unitária: *Augmmented Dickey-Fuller* (ADF), *Phillips-Perron* (PP) e *Kwiatkowski*

Phillips-Schmidt-Shin (KPSS). Os testes são usados para determinar a presença de raiz unitária nas séries, verificando se a série é estacionária ou não.

Tabela 3: Testes de raiz unitária (ADF, PP e KPSS)

País	Variável	ADF	PP	KPSS	Ordem de Integração
		[t-Estat]	[t-Estat]	[t-Estat]	
Brasil	VOLAT	-5,9444***	-5,9248***	0,0393	I(0)
	RESER	-2,9114	-2,7395	0,2137***	I(1)
	DIFPIB	-4,1339***	-4,0732**	0,1221	I(0)
	TJUROS	-2,8248	-1,7280	0,0850	I(1)
	DIFINF	-2,1646	-2,1273	0,1046	I(1)
	ACOES	-2,7910	-2,9903	0,1461**	I(1)
China	VOLAT	-6,1282***	-6,0385***	0,1390	I(0)
	RESER	-2,6046	-2,6579	0,1901**	I(1)
	DIFPIB	-5,5184***	-5,5103***	0,04743	I(0)
	TJUROS	-3,1646	-2,7208	0,1550**	I(1)
	DIFINF	-3,8066**	-1,9041	0,1333	I(0)
	ACOES	-2,8702	-3,0965	0,0560	I(1)
Índia	VOLAT	-7,4203***	-7,4219***	0,0541	I(0)
	RESER	-2,4984	-1,8509	0,2018**	I(1)
	DIFPIB	-4,8427***	-4,8609***	0,0531	I(0)
	TJUROS	-1,9295	-2,0362	0,1866**	I(1)
	DIFINF	-3,0060	-2,9065	0,0539	I(1)
	ACOES	-2,1525	-2,5631	0,1610**	I(1)
Rússia	VOLAT	-7,5814***	-7,5909***	-0,0871	I(0)
	RESER	-1,6697	-1,5290	0,1512**	I(1)
	DIFPIB	-3,9220**	-3,9616**	0,0997	I(0)
	TJUROS	-1,6574	-1,9241	0,1367	I(1)
	DIFINF	-2,4938	-2,7138	0,0680	I(1)
	ACOES	-3,1115	-3,1715	0,1259	I(1)
África do Sul	VOLAT	-6,6089***	-6,6019***	0,0883	I(0)
	RESER	-2,4943	-2,5825	0,1193	I(1)
	DIFPIB	-4,2859***	-4,2965***	0,1202	I(0)
	TJUROS	-1,9985	-2,0229	0,2090**	I(1)
	DIFINF	-3,6313**	-2,7680	0,1274	I(0)
	ACOES	-3,7864**	-3,8150**	0,1049	I(0)

Notas: ** e *** significam rejeição da hipótese nula a 5% e 1%. ADF e PP: H_0 : Raiz Unitária; KPSS: H_0 : Estacionária. Resultados obtidos com a inclusão de tendência e intercepto.

Fonte: Elaboração Própria a partir do Software Eviews 10.

Os testes ADF e PP possuem como hipótese nula a de que a série contém raiz unitária e como hipótese alternativa a de que a série não contém raiz unitária. Sendo testes de significância monocaudal, se rejeita a hipótese nula quando a estatística calculada é menor do que o valor crítico. Rejeitando-se a hipótese nula, os testes evidenciam que a série é estacionária. Já o teste KPSS possui como hipótese nula o oposto dos testes ADF e PP. A hipótese nula é a de que a série é estacionária e a alternativa é a de que a série contém raiz unitária. Rejeita-se a hipótese nula quando a estatística calculada é maior do que o valor crítico, indicando que a série não é estacionária.

De acordo com os resultados obtidos na tabela 3 verificamos que as variáveis volatilidade da taxa de câmbio (VOLAT) e diferencial do PIB real em relação ao dos EUA (DIFPIB) são estacionárias bem como a variável diferencial de inflação em relação à dos EUA (DIFINF) quando especificada para os países China e África do sul e, ainda, para este último país, a variável do mercado acionário (ACÕES) também é estacionária. As demais variáveis se apresentaram como não estacionárias de acordo com os testes de estacionariedade, porém, ao se obter a primeira diferença, todas as variáveis se tornam estacionárias

O passo seguinte é a estimação dos modelos ARDL que são modelos lineares de séries temporais, os quais permitem verificar a existência de cointegração entre as variáveis. Os modelos ARDL simulam diversos cenários com diferentes defasagens para as variáveis dependentes e explicativas com o objetivo de encontrar o modelo mais ajustado, isto é, um modelo com o número ótimo de defasagens para cada variável, seguindo um critério de informação. Nas nossas estimações será utilizado a seleção de modelo pelo critério de Akaike. Na tabela 4, reporta-se os modelos ARDL estimados para cada um dos cinco países.

3.1 Modelos ARDL

A sequência desta seção reporta os resultados dos modelos ARDL estimados para os BRICS, incluindo o modelo ARDL escolhido, os testes de autocorrelação, os testes de estabilidade, os testes de cointegração, os coeficientes de longo prazo e curto prazo (correção do erro).

Tabela 4: Modelo ARDL- Variável dependente: VOLAT

Modelo	Variáveis	Modelo ARDL
Brasil	VOLAT, DIFINF, DIFPIB, RESER, TJUROS, ACOES	(1,2,3,0,0,0)
China		(1,1,0,3,1,0)
Índia		(1,1,0,0,1,2)
Rússia		(1,1,0,0,1,0)
África do Sul		(1,0,1,0,0,0)

Notas: Modelo selecionado a partir do critério de Akaike.

Fonte: Elaboração Própria a partir do Software *Eviews 10*.

Tabela 5: Teste de Autocorrelação: Teste LM- Modelos ARDL

Modelo	Estatística F	Prob. F*
Brasil	0,3310	0,7201
China	0,1586	0,8539
Índia	0,5976	0,5547
Rússia	0,7312	0,4876
África do Sul	1,2078	0,3210

Notas: Teste LM de autocorrelação H_0 : Ausência de Autocorrelação.

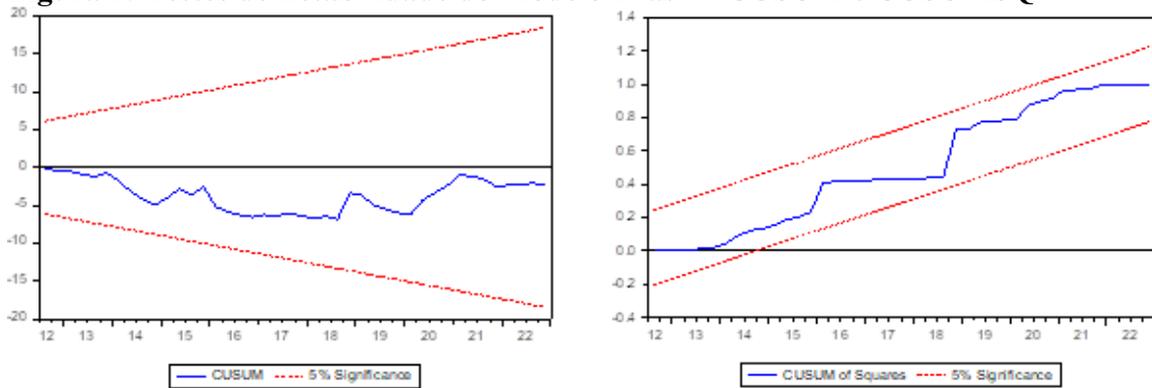
Fonte: Elaboração Própria a partir do Software *Eviews 10*

Na tabela 5 foram reportados os resultados dos testes LM de correlação serial Breusch-Godfrey cuja hipótese nula é a de que não há correlação serial dos resíduos, dessa forma, quando os valores da estatística F forem menores do que o valor do F- crítico a 5% não rejeitamos a hipótese nula de ausência de correlação serial dos resíduos com 95% de confiança.

Outro teste de diagnóstico realizado é o teste de estabilidade do modelo denominado CUSUM (*Cumulative Sum*) e CUSUMSQ (*Cumulative Sum of Squares*), os quais permitem avaliar a estabilidade dos coeficientes do modelo estimado. A instabilidade nos parâmetros é diagnosticada se a soma cumulativa dos resíduos ultrapassa os limites da área das linhas críticas a 5% de significância estatística, o que sinaliza a influência de quebra estrutural nas estimações.

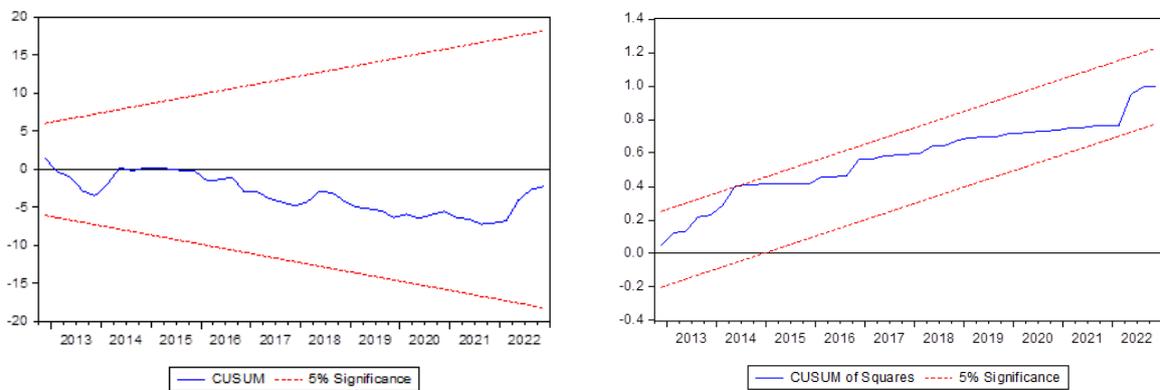
As figuras a seguir (figura 1 a 5) apresentam o teste de estabilidade de *CUSUM* e *CUSUM of Squared* das estimações do modelo ARDL para cada país. Os testes indicam estabilidade para todos os países, com exceção do CUSUM of Squares para a Rússia.

Figura 1: Testes de Estabilidade do Modelo Brasil – CUSUM e CUSUMSQ



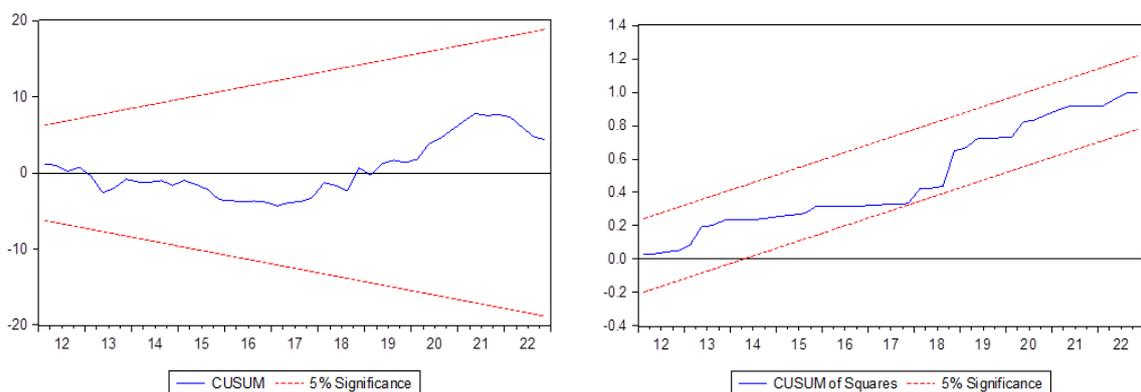
Fonte: Resultados do Eviews 10.

Figura 2: Testes de Estabilidade do Modelo China – CUSUM e CUSUMSQ



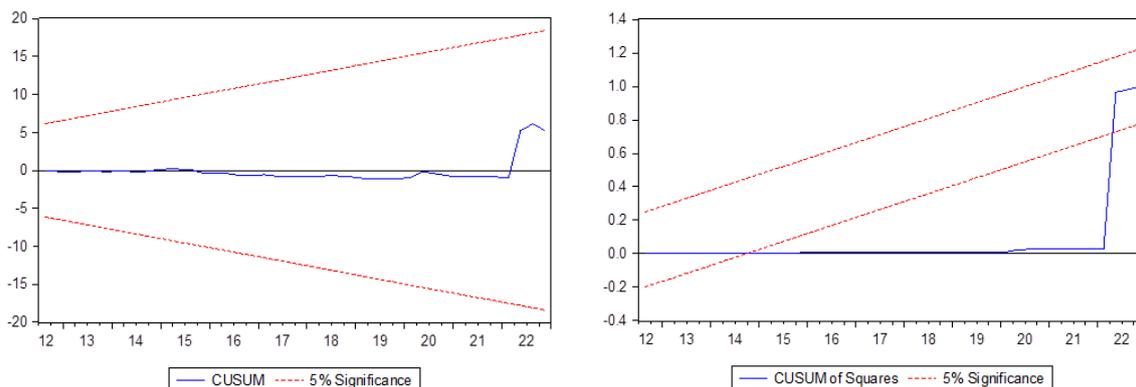
Fonte: Resultados do Eviews 10.

Figura 3: Testes de Estabilidade do Modelo Índia – CUSUM e CUSUMSQ



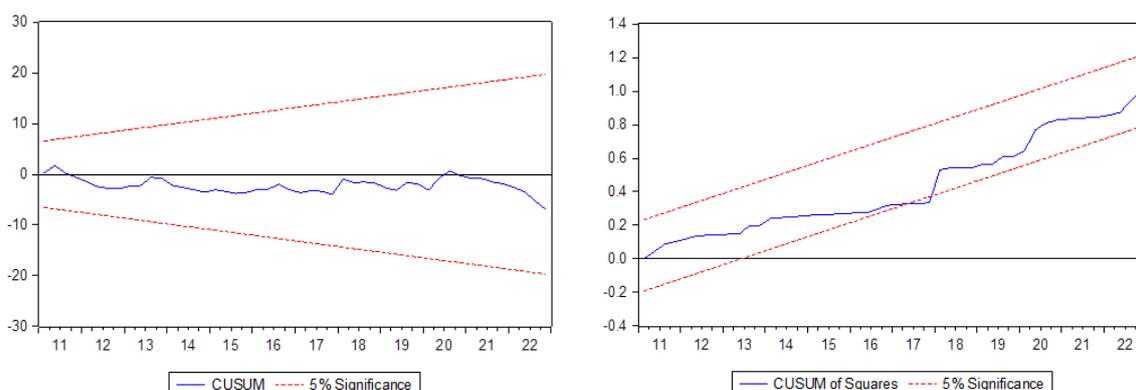
Fonte: Resultados do Eviews 10.

Figura 4: Testes de Estabilidade do Modelo Rússia – CUSUM e CUSUMSQ



Fonte: Resultados do Eviews 10.

Figura 5: Testes de Estabilidade do Modelo África do Sul – CUSUM e CUSUMSQ



Fonte: Resultados do Eviews 10.

Com os testes de diagnóstico realizados, examinaremos a existência de cointegração, isto é, a relação de longo prazo entre as variáveis, por meio da aplicação dos Teste de Limite (ARDL *Bounds Tests*). Para tanto, foi utilizado o teste de Wald (F-test) para avaliar a significância conjunta dos parâmetros de longo prazo do modelo.

A Tabela 6 apresenta os resultados obtidos considerando os valores críticos de Pesaran e Shin (2001). A hipótese nula do teste é a de ausência de cointegração, quando o valor da estatística-F é maior do que o valor crítico a 5%, rejeita-se a hipótese nula de não cointegração. Ou seja, confirma-se a existência de relação de longo prazo entre as variáveis analisadas, sinalizando que as variáveis explicativas, conjuntamente, possuem um papel importante para explicar a volatilidade da taxa de câmbio. De acordo com os resultados obtidos pelo teste *Bound* há cointegração para as diversas variáveis utilizadas no modelo de volatilidade cambial, para todos os cinco países.

Tabela 6: Testes de Cointegração

Modelo	Estatística F	Valores Críticos				Cointegração de Longo Prazo
		I(0) Bound		I(1) Bound		
		10%	5%	10%	5%	
Brasil	7,7219	1,81	2,14	2,93	3,34	Sim
China	7,9175	2,08	2,39	3,00	3,38	Sim
Índia	10,2860	1,81	2,14	2,93	3,34	Sim
Rússia	7,2766	1,81	2,14	2,93	3,34	Sim
África do Sul	7,3689	1,81	2,14	2,93	3,34	Sim

Notas: H_0 : Ausência de cointegração. Fonte: Elaboração Própria a partir do Software *Eviews 10*.

Entretanto, para analisar o papel desempenhado por cada variável independente na relação de longo prazo, foram estimados os coeficientes de longo prazo, com os resultados reportados na Tabela 7.

De acordo com os resultados obtidos, para o modelo do Brasil, as variáveis diferencial de PIB em relação aos Estados Unidos e diferencial de inflação em relação aos Estados Unidos apresentaram coeficientes de longo prazo estatisticamente significantes, sendo que o aumento do diferencial do PIB tende a diminuir a volatilidade da taxa de câmbio e que o aumento do diferencial de inflação tende a aumentá-la.

Para a Índia, as variáveis diferencial do PIB e ações são significativas a 10%. Ambas apresentaram sinal negativo, de forma que um aumento em seus valores tende a diminuir a volatilidade cambial.

Já para a África do Sul, as variáveis taxa de juros e diferencial de inflação se mostraram estatisticamente significantes com sinal positivo, de maneira que o aumento da taxa de juros e/ou o aumento do diferencial de inflação tendem a aumentar a volatilidade da taxa de câmbio.

Nenhum dos coeficientes de longo prazo apresentaram significância estatística para os países da China e da Rússia.

Cabe, também, investigar a existência de choques de curto prazo, que podem ser identificados via mecanismo de correção de erros (ECM) para o modelo ARDL considerado. A relevância de tal análise é identificar se há desequilíbrios de curto prazo que podem ser vistos como um processo de ajustamento de longo prazo, tendo em vista que a velocidade do ajustamento pode ser mais ou menos rápida. A Tabela 8 reporta os resultados do ECM para o modelo ARDL estimado e as variáveis que foram estatisticamente significantes para a dinâmica de curto prazo.

O sinal do Termo de Correção de Erro (ECM_{t-1}) é negativo e significativo para todos os países, indicando que, na média, mais de 95% dos choques do modelo são corrigidos no

primeiro trimestre, por conseguinte, nota-se que a velocidade do ajustamento dos choques das variáveis no curto prazo ao equilíbrio de longo prazo é bastante rápida.

Tabela 7: Modelos ARDL- Coeficientes de Longo Prazo
Variável dependente – Volatilidade da Taxa de Câmbio Real Efetiva

Modelo	BRASIL	CHINA	ÍNDIA	RÚSSIA	ÁFRICA DO SUL
Variáveis	Coeficiente [Prob]	Coeficiente [Prob]	Coeficiente [Prob]	Coeficiente [Prob]	Coeficiente [Prob]
RESER	-1,24E-12 [0,9945]	-1,60E-12 [0,5989]	9,57E-11 [0,1342]	-3,48E-10 [0,3927]	2,48E-09 [0,3431]
DIFPIB	-8,40E-08 ** [0,000]	7,69E-10 [0,8773]	-1,50E-08* [0,0572]	-3,80E-07 [0,3927]	4,21E-10 [0,9913]
TJUROS	-5,03E-06 [0,5255]	-1,61E-06 [0,6100]	7,61E-06 [0,1352]	-0,000215 [0,4161]	7,73E-05 ** [0,0199]
DIFINF	2,98E-05 ** [0,0242]	-2,14E-06 [0,1260]	2,83E-06 [0,2842]	0,000121 [0,1809]	3,66E-05 ** [0,0004]
ACOES	-5,53E-08 [0,8471]	-3,55E-08 [0,5170]	-3,97E-07* [0,0744]	4,98E-07 [0,9094]	-7,57E-07 [0,1587]

Nota: * e **indica significância a 10% e 5% respectivamente.

Fonte: Elaboração própria a partir do Eviews 10.

Tabela 8: Correção de Erro e Variáveis Significativas: Dinâmica de Curto Prazo

Países	ECM (-1) [Prob]	Variáveis Significantes (Curto Prazo)
Brasil	-0,9990 [0,000]	DIFINF (-1); DIFPIB (0, -1, -2)
China	-0,9808 [0,000]	RESER (-1, -2); TJUROS (0)
Índia	-0,9567 [0,000]	TJUROS (0); ACOES (0)
Rússia	-0,9520 [0,000]	DIFINF (0, -1); TJUROS (0)
África do Sul	-0,9004 [0,000]	DIFPIB (0)
Média		-0,9577

Fonte: Elaboração própria a partir do Eviews 10.

Brasil é o país que apresentou a maior velocidade de ajustamento para o equilíbrio de longo prazo, sendo que 99% dos choques do modelo são corrigidos no primeiro trimestre. África do Sul foi o país em que a velocidade de ajustamento é a menor em relação aos países estudados, porém, ainda é bastante veloz, pois 90% dos choques do modelo são corrigidos no primeiro trimestre.

As variáveis que se mostraram significativas para explicar o ajustamento ao equilíbrio de longo prazo da volatilidade da taxa de câmbio para o Brasil foram o diferencial de inflação defasado em um período e o diferencial do PIB no período corrente e defasado em um e dois períodos. Para a China, as variáveis reserva defasada em um e dois períodos e a taxa de juros do período corrente foram significativas. Para a Índia, a taxa de juros e ações no período corrente; para Rússia, diferencial de inflação no período corrente e defasado em um período, além da taxa de juros corrente, e para a África do Sul, o diferencial de PIB corrente.

A seguir serão apresentados os resultados das estimações FMOLS e DOLS.

3.2 Modelos FMOLS e DOLS

O método DOLS baseia-se numa abordagem paramétrica para estimar o equilíbrio de longo prazo em sistemas que envolvem variáveis integradas de diferentes ordens, mas que não são cointegradas, corrigindo possível viés de simultaneidade entre os regressores. O método FMOLS produz estimadores que são assintoticamente normalmente distribuídos. Os métodos FMOLS e DOLS efetuam correção da endogeneidade e da correlação serial dos regressores. A tabela 9 sistematiza os resultados das estimações FMOLS e DOLS para o modelo da volatilidade da taxa de câmbio real efetiva para os países do BRICS.

Para o Brasil, as estimações FMOLS e DOLS apresentam como variáveis significativas reservas e diferencial do PIB. No que tange às reservas, para as duas estimações, o coeficiente estimado foi negativo, sinalizando que um aumento das reservas tende a diminuir a volatilidade da taxa de câmbio real. Em relação ao diferencial do PIB, para o modelo FMOLS, o sinal apresentado foi positivo e para o modelo DOLS, negativo, ou seja, não houve convergência em relação ao sinal apresentado. O esperado é que países com maior diferencial relativo de PIB per capita tenham maior volatilidade, ou seja, sinal positivo.

O modelo FMOLS estimado para China não apresentou nenhuma variável estatisticamente significativa, entretanto o modelo DOLS apresentou três variáveis estatisticamente significativas: reservas internacionais e diferencial do PIB com sinal negativo e taxa de juros com sinal positivo, implicando que o aumento do diferencial do PIB e das

reservas tendem a diminuir a volatilidade cambial enquanto o aumento da taxa de juros tende a aumentá-la.

Tabela 9: Modelos FMOLS e DOLS

Modelo	BRASIL	CHINA	ÍNDIA	RÚSSIA	ÁFRICA DO SUL
FMOLS					
Variáveis	Coeficiente [Prob]	Coeficiente [Prob]	Coeficiente [Prob]	Coeficiente [Prob]	Coeficiente [Prob]
RESER	-4,44E-10 0,0069	4,86E-13 0,8561	4.12E-11 0,3961	6,85E-10 0,6538	-3.76E-09 0,0629
DIFPIB	2,88E-07 0,0052	-1,20E-08 0,3449	-1,60E-08 0,0122	-1,07E-06 0,0078	4,35E-07 0,0000
TJUROS	-4,98E-06 0,4172	-4,71E-06 0,0975	4.11E-06 0,2936	0,000143 0,5485	3,03E-06 0,9147
DIFINF	1,86E-05 0,1052	-2,33E-06 0,0716	5,29E-06 0,0085	0,000151 0,0022	-1,11E-05 0,3610
ACOES	-5,53E-08 0,3169	-7.47E-08 0,1610	-2.27E-07 0,1087	6,29E-06 0,1041	-1,83E-06 0,0008
Cointegração (Prob)	0,0003	0,0009	0,0000	0,0000	0,0000
Modelo	BRASIL	CHINA	ÍNDIA	RÚSSIA	ÁFRICA DO SUL
DOLS					
Variáveis	Coeficiente [Prob]	Coeficiente [Prob]	Coeficiente [Prob]	Coeficiente [Prob]	Coeficiente [Prob]
RESER	-1,94E-09 0,0298	-1,12E-11 0,0192	-6,57E-11 0,6223	7,67E-09 0,0001	-1,44E-08 0,3217
DIFPIB	-1,12E-07 0,0111	-1,33E-08 0,0144	-5,29E-09 0,6595	1,95E-06 0,0011	-2,80E-07 0,0246
TJUROS	0,000106 0,0530	2,35E-05 0,0045	3,38E-06 0,7733	0,000820 0,0002	-0,000422 0,0746
DIFINF	-8,49E-05 0,1515	-4,65E-06 0,1267	8,41E-06 0,0595	-0,000271 0,0003	-0,000127 0,3441
ACOES	5.15E-06 0,0640	-4,94E-08 0,7206	4,35E-07 0,3347	-2,99E-05 0,0000	-6,30E-06 0,0287
Cointegração (Prob)	0,0002	0,0065	0,0000	0,0000	0,0000

Nota: Teste de Cointegração de Philips-Ouriaris. Probabilidade com base na estatística Z.

Hipótese Nula: As séries não se cointegram.

Variância de Longo Prazo com especificação das defasagens baseada no critério de Akaike.

Coeficientes significativos ao nível de 5% em negrito.

Fonte: Elaboração própria a partir do Eviews 10.

Nos modelos FMOLS estimados para a Rússia e para a Índia duas variáveis são estatisticamente significativas: diferencial do PIB com sinal negativo e diferencial de inflação com sinal positivo. Já para os modelos DOLS, o país Índia não apresentou nenhuma variável significativa, no entanto, no modelo para a Rússia, todas as variáveis são significativas. Reservas, diferencial de PIB e taxa de juros apresentaram sinal positivo e diferencial de inflação e ações, sinal negativo.

Para os modelos reportados para a África do Sul, as estimativas FMOLS e DOLS apresentaram as mesmas variáveis significativas: diferencial do PIB e ações, entretanto, tratando-se da variável diferencial de PIB, o sinal apresentado divergiu entre os modelos estimados. No modelo FMOUS, a variável apresentou sinal positivo enquanto no modelo DOLS o sinal obtido foi negativo. Para a variável ações o coeficiente reportado foi negativo em ambos os modelos.

A hipótese nula do teste Philips-Ouriaris de cointegração é a de ausência de cointegração, e de acordo com os resultados da tabela 8, todos os dez modelos estimados (5 FMOLS e 5 DOLS) indicam cointegração das variáveis, ou seja, as variáveis explicativas no seu conjunto possuem uma relação cointegrante com a volatilidade cambial.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho visa contribuir para a literatura científica com evidências empíricas acerca da relação entre a volatilidade cambial e seus determinantes, buscando compreender quais variáveis possuem relevância no entendimento desta volatilidade para os países BRICS no período pós crise financeira de 2008. O que justifica o seu estudo é a compreensão de que o comportamento da taxa de câmbio real efetiva e sua volatilidade possuem impacto relevantes sobre diversos aspectos macroeconômicos, incluindo a taxa de inflação, o crescimento da economia, a incerteza dos agentes, dentre outros aspectos, e isso tende a ser ainda mais relevante para as economias emergentes.

Há uma literatura vasta sobre o tema que busca investigar tanto os determinantes da volatilidade da taxa de câmbio quanto os efeitos dessa volatilidade sobre o crescimento econômico, o comércio internacional, as taxas de investimentos, os preços e retornos de ações e títulos, entre outros.

Nesta dissertação foram abordados alguns trabalhos acerca dessa temática e, de maneira geral, a literatura aponta que os principais determinantes da taxa de câmbio envolvem as

variáveis taxa de inflação, diferencial da taxa de juros em relação aos EUA, reservas internacionais e grau de abertura da economia. Ademais, entre os trabalhos explorados, há indícios de que a volatilidade da taxa de câmbio possui relação negativa com o nível de investimento, com a taxa de crescimento e com o volume de comércio internacional.

Em seguida, passamos para o estudo empírico para verificar se as variáveis reservas internacionais, diferencial de PIB em relação aos EUA, taxa de juros, diferencial de inflação em relação aos EUA e mercado acionário foram relevantes para determinar a volatilidade da taxa de câmbio real efetiva nos países BRICS. Para tanto, utilizamos os modelos ARDL, DOLS e FMOLS para um período de análise entre o primeiro trimestre de 2009 e o último trimestre de 2022.

Os resultados obtidos apontaram que para as estimações dos modelos ARDL as variáveis diferencial de PIB e diferencial de inflação apresentaram coeficientes de longo prazo estatisticamente significantes, sendo que o aumento do diferencial do PIB tende a diminuir a volatilidade da taxa de câmbio e que o aumento do diferencial de inflação tende a aumentá-la.

Para a Índia, as variáveis diferencial do PIB e ações foram significativas a 10%, sendo que ambas apresentaram sinal negativo. Já para a África do Sul, as variáveis taxa de juros e diferencial de inflação se mostraram estatisticamente significantes com sinal positivo. Nenhum dos coeficientes de longo prazo apresentaram significância estatística para os países da China e da Rússia.

Quanto aos modelos DOLS e FMOLS, as variáveis significativas para o Brasil foram as reservas internacionais (apresentando sinal negativo) e o diferencial de PIB (apresentando sinal positivo para o modelo FMOLS e negativo para o modelo DOLS). Para a China, o modelo DOLS apresentou três variáveis estatisticamente significativas: reservas internacionais e diferencial do PIB com sinal negativo e taxa de juros com sinal positivo.

Para a Rússia e para a Índia, nos modelos FMOLS, diferencial do PIB com sinal negativo e diferencial de inflação com sinal positivo são estatisticamente significativas. Já no modelo DOLS para a Rússia, todas as variáveis foram significativas. Reservas, diferencial de PIB e taxa de juros apresentaram sinal positivo e diferencial de inflação e ações, sinal negativo. Diferencial do PIB e ações foram variáveis significativas para os modelos estimados para África do Sul. Ademais, todos os dez modelos estimados (5 FMOLS e 5 DOLS) indicam cointegração das variáveis, ou seja, as variáveis explicativas no seu conjunto possuem uma relação cointegrante com a volatilidade cambial.

REFERÊNCIAS

- AJAO, M. G., (2015). “The Determinants of Real Exchange Rate Volatility in Nigeria, Ethiopian”. *Journal of Economics*, vol. 24, no.2, pp.43-62.
- ARAÚJO, E. L.; ARAÚJO, E. C.; BRITO, E. C., (2020). “Volatilidade da taxa de câmbio, incerteza e investimento: evidências para empresas brasileiras (1997-2019)”. *In: Encontro Nacional de economia*, 48, 2020, Brasília. Anais [...]. Brasília: Anpec, p. 1-20.
- BAHMANI-OSKOOEE, M.; HEGERTY, S.W., (2007). “Exchange rate volatility and trade flows:a review article”. *Journal of Economic Studies*, Vol. 34 No. 3, pp. 211-255.
- CARVALHO, L. F., (2014). “Ensaio sobre volatilidade: taxa de câmbio, investimento estrangeiro, governança corporativa e preços de ações”. Tese (Doutorado em Economia) - Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Economia, Uberlândia, MG. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/13457>>.
- CORREA, V. P.; PEREIRA, V. P., (2016). “Hierarquia das moedas e fluxos de capitais para países periféricos: a vulnerabilidade dessa equação considerando o período pós 2008”. *O Futuro do Desenvolvimento - Ensaio em Homenagem a Luciano Coutinho*. Campinas, SP: Unicamp.
- COUDERT, V.; COUHARDE, C., & MIGNON, V., (2011). “Exchange rate volatility across financial crises”. *Journal of Banking & Finance*, 35(11), 3010-3018.’ DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2011.04.003>.
- EKANAYAKE E. M.; DISSANAYAKE A., (2022). “Effects of real exchange rate volatility on trade: empirical analysis of the United States exports to BRICS”, *J. Risk Financ. Manag.* <<https://doi.org/10.3390/jrfm15020073>>.
- FATBARDHA, M; HYSA, E.; ERGÜN, U.; PANAIT, M.; VOICA M. C., (2020). “The effect of exchange rate volatility on economic growth: Case of the CEE countries”. *Journal of Risk and Financial Management* 13: 177.
- FRATZSCHER, M. (2009)., “What explains global exchange rate movements during the financial crisis?”. *Journal of International Money and Finance*, 28(8), 1390-1407.” DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2009.08.008>.
- GNAGNE, P. X.; BONGA-BONGA, L., (2020). “The Impact Of Exchange Rate Volatility On The Security Markets In Brics Economies”. *International Economics/Economia Internazionale*, v. 73, n. 1.
- GRANGER, C. 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.
- GRYDAKI, M.; FOUNTAS, S., (2011). “What explains nominal exchange rate volatility? Evidence from the Latin American Countries”. *Discussion Paper Series 2010_10*. Disponível em: <t: <https://www.researchgate.net/publication/46473272>>.

HVIDING, K; NOWAK, M; RICCI, L. A (2004)., “Can higher reserves help reduce exchange rate volatility? An empirical investigation”. Luiss Lab of European Economics, v. 13.

MORINA, F.; HYSA, E.; ERGÜN, U.; PANAIT, M.; VOICA, M. C., (2020). “The effect of exchange rate volatility on economic growth: Case of the CEE countries”. *Journal of Risk and Financial Management*, v. 13, n. 8, p. 177.

MIRCHANDANI, A., (2013). “Analysis of macroeconomic determinants of exchange rate volatility in India”. *International Journal of Economics and Financial Issues*, v. 3, n. 1, p. 172-179.

MPOFU, T. R., (2016). “The determinants of exchange rate volatility in South Africa. *Economic Research Southern Africa*”. Working Paper, v. 604.

PÉREZ FORERO, F. (2022). “Exchange Rate Volatility in LATAM: Common and Idiosyncratic Factors”. Working Papers 2022-001, Banco Central de Reserva del Perú.

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,

PHILLIPS, P. C.; HANSEN, B. E., (1990) “Statistical inference in instrumental variables regression with I (1) processes”. *The review of economic studies*, 57(1), 99-125.

SAIKKONEN, P., (1992). “Estimation and testing of cointegrated systems by an autoregressive approximation”. *Econometric theory*, v. 8, n. 1, p. 1-27.

SOUZA, D. M. D.; GAMA, F. J. C.; CARMO, J. G. D. S.; VASCONCELOS, C. R. F., (2021). “Volatilidade do Câmbio e seus efeitos sobre a Exportação Brasileira para os EUA”. *Revista de Economia Contemporânea*, v. 25.

STANCIK, J., (2006). “Determinants of exchange rate volatility: The case of the new EU members”. *Czech journal of economics and finance*, v. 57, n. 9-10, p. 56-72.

STOCK, J. H.; WATSON, M. W., (1993). “A simple estimator of cointegrating vectors in higher order integrated systems”. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 783-820.

VIEIRA, F. V.; GOMES DA SILVA, C., (2022). “The role of international reserves on real exchange rate: a panel data analysis”. *Economia Aplicada*, v. 26, n. 2, p. 221-238.

VIEIRA, F. V.; HOLLAND, M.; GOMES SILVA, C.; BOTTECCHIA, L. C.. (2013). “Crescimento e volatilidade cambial: uma análise de dados em painel”. *Applied Economics*, v. 45, p. 3733-3741.

VIEIRA, F. V.; MACDONALD, R., (2016), "Exchange rate volatility and exports: a panel data analysis". *Journal of Economic Studies*, Vol. 43 Issue 2 pp. 203 – 221. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/JES-05-2014-0083>>.