



# **CIÊNCIAS EMPRESARIAIS**

ESCOLA SUPERIOR  
POLITÉCNICO SETÚBAL

MELANY MARTINS  
CABRAL

## **ANALISE DA VOLATILIDADE DA TAXA DE CAMBIO NO CRESCIMENTO ECONÓMICO**

Relatório de Dissertação do Mestrado em  
Contabilidade e Finanças.

### **Orientador**

Professor Doutor Rui Manuel Teixeira Santos Dias

Abril, 2025

MELANY MARTINS  
CABRAL

**ANALISE DA VOLATILIDADE DA  
TAXA DE CAMBIO NO CRESCIMENTO  
ECONÓMICO**

## **Dedicatória**

Agradeço à minha mãe e à minha avó pelo apoio incondicional em todos os momentos difíceis do meu percurso académico. Este trabalho é dedicado a elas.

## **Agradecimento**

É difícil fazer agradecimentos e conseguir mencionar todos aqueles que, direta ou indiretamente, deram o seu contributo para a realização deste trabalho.

Antes de mais, a Deus, que sempre me dá forças, ilumina o meu caminho e me faz acreditar nos meus sonhos, nunca permitindo que eu desista de sonhar e de lutar por eles.

Ao meu orientador, Professor Doutor Rui Manuel Teixeira Santos Dias, pela confiança, compreensão e disponibilidade para partilhar comigo os seus conhecimentos e experiências, que foram essenciais para o desenvolvimento deste trabalho, os meus sinceros agradecimentos.

Sou grato à minha mãe e à minha avó pelo apoio incondicional que sempre me deram ao longo da minha vida e, em especial, nesta fase tão desafiante. O amor, a dedicação e o incentivo de ambas foram fundamentais para que eu pudesse seguir em frente, superar obstáculos e alcançar os meus objetivos. A sua força e sabedoria inspiram-me diariamente, e este trabalho é também um reflexo do apoio incansável que sempre me proporcionaram.

Um agradecimento especial às minhas amigas, às minhas primas, ao meu namorado pelo apoio, incentivo e amizade ao longo desta caminhada, tornando os momentos desafiantes mais leves e os momentos felizes ainda mais especiais.

A todos, o meu especial obrigada.

## Resumo

Prever as flutuações e a volatilidade da taxa de câmbio é possivelmente um dos exercícios mais difíceis na economia, pois isso afeta os movimentos do mercado. A relação dinâmica entre os preços das ações e a taxa de câmbio atraiu a atenção de muitos economistas por razões teóricas e empíricas, desempenhando um papel importante no desenvolvimento da economia de um país. Face à relevância do tema, o estudo tem como objetivo principal analisar a volatilidade entre as taxas de câmbio e os principais mercados de capitais, nomeadamente as taxas de câmbio USD/JPY, USD/CHF, GBP/USD, EUR/USD, EUR/GBP, e os mercados de capitais S&P 500, Nikkei 225, no período de 3 de janeiro de 2022 a 6 de dezembro de 2024. Para se realizar tal análise pretende dar-se resposta à seguinte questão de investigação: existe interdependência entre as taxas de câmbio e os mercados de capitais?. Os resultados revelam uma significativa interdependência entre as taxas de câmbio e os mercados de capitais no período analisado, evidenciando a presença de spillovers de volatilidade. Foi identificada uma relação bidirecional entre o índice Nikkei 225 e o par EUR/GBP, bem como entre o S&P 500 e o EUR/GBP, indicando uma interação dinâmica entre os mercados de capitais dos EUA e Japão com as taxas de câmbio europeias. Adicionalmente, os pares como o EUR/USD e GBP/USD também demonstram conexões importantes, tanto entre si quanto com mercados de capitais, destacando a relevância dos spillovers entre moedas globais. O par GBP/USD mostrou-se particularmente influente, impactando os índices Nikkei 225 e S&P 500, além de afetar o par USD/CHF, sublinhando a sua importância nas dinâmicas globais. Por outro lado, o índice S&P 500 destacou-se como líder, influenciando o mercado japonês (Nikkei 225) e sendo impactado por pares como USD/CHF, reforçando a transferência de volatilidade entre moedas de refúgio e os mercados de capitais. Estes achados reforçam a importância de compreender as interdependências entre diferentes mercados financeiros, proporcionando insights valiosos para investidores e formuladores de políticas que procuram gerir os riscos associados à volatilidade da taxa de câmbio e às flutuações dos mercados de capitais.

**Palavras-Chave:** Taxas de câmbio, mercados de capitais, teste de causalidade de Granger.

## **Abstrat**

Predicting exchange rate fluctuations and volatility is possibly one of the most difficult exercises in economics, as it affects market movements. The dynamic relationship between stock prices and the exchange rate has attracted the attention of many economists for theoretical and empirical reasons, playing an important role in the development of a country's economy. Given the relevance of the topic, the study's main objective is to analyze the volatility between exchange rates and the main capital markets, namely the USD/JPY, USD/CHF, GBP/USD, EUR/USD, EUR/GBP exchange rates, and the S&P 500, Nikkei 225 capital markets, in the period from January 3, 2022 to December 6, 2024. This analysis aims to answer the following research question: is there interdependence between exchange rates and capital markets? The results show significant interdependence between exchange rates and capital markets over the period analyzed, highlighting the presence of volatility spillovers. A bidirectional relationship was identified between the Nikkei 225 index and the EUR/GBP pair, as well as between the S&P 500 and the EUR/GBP, indicating a dynamic interaction between the US and Japanese capital markets and European exchange rates. In addition, pairs such as EUR/USD and GBP/USD also showed important connections, both with each other and with capital markets, highlighting the relevance of spillovers between global currencies. The GBP/USD pair proved to be particularly influential, affecting the Nikkei 225 and S&P 500 indices, as well as the USD/CHF pair, underlining its importance in global dynamics. On the other hand, the S&P 500 index stood out as a leader, influencing the Japanese market (Nikkei 225) and being impacted by pairs such as USD/CHF, reinforcing the transfer of volatility between safe haven currencies and capital markets. These findings reinforce the importance of understanding the interdependencies between different financial markets, providing valuable insights for investors and policymakers seeking to manage the risks associated with exchange rate volatility and capital market fluctuations.

**Keywords:** Exchange rates, capital markets, Granger causality test.

## Índice

Dedicatória.....	III
Agradecimento.....	IV
Resumo .....	V
Abstrat .....	VI
Índice de tabelas .....	IX
Índice de figuras .....	X
Lista de abreviaturas.....	XI
Introdução.....	1
a) Justificativa das taxas e dos mercados.....	2
b) Objetivo da investigação .....	3
c) Pertinência e respetivos contributos académicos.....	4
d) Estrutura da dissertação .....	5
Capítulo I: Revisão da literatura .....	6
1. Introdução teórico.....	6
2. Estudos empíricos.....	6
Capítulo II: Dados e metodologia .....	12
1. Dados.....	12
2. Metodologia.....	13
2.1. Caracterização da amostra .....	15
2.1.1. Medidas de estatística descritiva .....	15
2.1.2. Teste de aderência Jarque e Bera (1980).....	17
2.1.3. Diagnóstico de estacionariedade das séries temporais .....	18
2.1.3.1. Teste de raiz unitária em painel.....	19
2.1.3.2. Teste de raiz unitária com quebras de estrutura .....	23
2.2. Modelo VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests .....	24

2.2.1. Testes de especificação/ajustamento do modelo VAR.....	27
2.2.2. Testes de Resíduos VAR.....	28
Capítulo III: Resultados.....	30
1. Caracterização da amostra.....	30
2. Medidas de estatística descritiva.....	32
3. Análise da estacionariedade das variáveis.....	38
4. VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests.....	50
Capítulo IV: Conclusão.....	56
a) Linhas de investigação futuras.....	57
Referências Bibliográficas.....	58

## Índice de tabelas

<b>Tabela 1:</b> Ativos em análise no estudo, no período de 3 de janeiro de 2022 a 6 de dezembro de 2024. ....	13
<b>Tabela 2:</b> Síntese das características dos testes de raiz unitária em painel. ....	23
<b>Tabela 3:</b> Quadro resumo dos testes de variâncias, aplicados aos mercados em análise, no período de 3 de janeiro de 2022 a 6 de dezembro de 2024. ....	38
<b>Tabela 4:</b> Quadro resumo dos testes raízes unitárias, aplicados aos mercados em análise, no período de 3 de janeiro de 2022 a 6 de dezembro de 2024. ....	39
<b>Tabela 5:</b> Teste de tendências, aplicado ao par EUR/GBP, no período de 3 de janeiro de 2022 a 6 de dezembro de 2024. ....	42
<b>Tabela 6:</b> Teste de tendências, aplicado ao par EUR/USD, no período de 3 de janeiro de 2022 a 6 de dezembro de 2024. ....	43
<b>Tabela 7:</b> Teste de tendências, aplicado ao par GBP/USD, no período de 3 de janeiro de 2022 a 6 de dezembro de 2024. ....	44
<b>Tabela 8:</b> Teste de tendências, aplicado ao mercado de capitais do Japão (NIKKEI 225), no período de 3 de janeiro de 2022 a 6 de dezembro de 2024. ....	45
<b>Tabela 9:</b> Teste de tendências, aplicado ao mercado de capitais dos EUA, no período de 3 de janeiro de 2022 a 6 de dezembro de 2024. ....	46
<b>Tabela 10:</b> Teste de tendências, aplicado ao par USD/CHF, no período de 3 de janeiro de 2022 a 6 de dezembro de 2024. ....	47
<b>Tabela 11:</b> Teste de tendências, aplicado ao par USD/JPY, no período de 3 de janeiro de 2022 a 6 de dezembro de 2024. ....	48
<b>Tabela 12:</b> Teste de VAR Lag Order Selection Criteria, aplicado aos mercados de capitais e às taxas de câmbios em análise, no período de 3 de janeiro de 2022 a 6 de dezembro de 2024. .	51
<b>Tabela 13:</b> Teste de VAR Residual Serial Correlation LM, aplicado aos mercados de capitais e às taxas de câmbios em análise, no período de 3 de janeiro de 2022 a 6 de dezembro de 2024. ....	52
<b>Tabela 14:</b> Teste de Pairwise Granger Causality, aplicado aos mercados de capitais e às taxas de câmbios em análise, no período de 3 de janeiro de 2022 a 6 de dezembro de 2024. ....	54

## Índice de figuras

<b>Figura 1:</b> Evolução, em níveis, dos mercados de capitais e às taxas de cambio em analise, no período de 3 de janeiro de 2022 a 6 de dezembro de 2024. ....	30
<b>Figura 2:</b> Evolução, em retornos, dos mercados de capitais e às taxas de cambio em analise, no período de 3 de janeiro de 2022 a 6 de dezembro de 2024. ....	32
<b>Figura 3:</b> Evolução dos retornos médios, respeitante aos mercados de capitais e às taxas de cambio em analise, no período de 3 de janeiro de 2022 a 6 de dezembro de 2024.....	33
<b>Figura 4:</b> Evolução dos desvios-padrão, respeitante aos mercados de capitais e às taxas de cambio em analise, no período de 3 de janeiro de 2022 a 6 de dezembro de 2024.....	34
<b>Figura 5:</b> Evolução das assimetrias, respeitante aos mercados de capitais e às taxas de cambio em analise, no período de 3 de janeiro de 2022 a 6 de dezembro de 2024. ....	36
<b>Figura 6:</b> Evolução dos curtoses, respeitante aos mercados de capitais e às taxas de cambio em analise, no período de 3 de janeiro de 2022 a 6 de dezembro de 2024. ....	37
<b>Figura 7:</b> Testes de estabilidade aplicado aos resíduos, respeitante aos mercados de capitais e às taxas de cambio em analise, no período de 3 de janeiro de 2022 a 6 de dezembro de 2024. ....	40
<b>Figura 8:</b> Testes de quebras de estrutura, aplicados aos mercados de capitais e às taxas de cambio em analise, no período de 3 de janeiro de 2022 a 6 de dezembro de 2024.....	49

## Lista de abreviaturas

AIC	Akaike Information Criterion
AR	AutoRegressivo
ARMA	Autorregressivo de Médias Móveis
CHF	Franco Suíço.
EUA	Estados Unidos da América
EUR	Euro
FPE	Final Prediction Error
GBP	Libra
HQ	Hannan-Quinn Criterion
JPY	Iene Japonês
LLC	Levin, Lin e Chu
LM	Lagrange Multiplier
LR	Likelihood Ration LTC Litecoin
MF-DFA	Multifractal Detrended Fluctuation Analysis
NIKKEI 225	Nikkei 225 Average
OLS	Ordinary Least Squares
S&P 500	Standard & Poor's 500
SIC	Schwarz Information Criterion
SVAR	Structural Vector Auto – Regressive
USD	Dólar
VAR	Vetor Autorregressivo

## **Introdução**

Nas últimas décadas, os mercados financeiros globais têm destacado a crescente integração, o que intensificou a sua complexidade e interdependência. Essa dinâmica tem contribuído para a recorrência de crises financeiras nas últimas décadas, cada uma caracterizada por uma elevada volatilidade e efeitos de contágio Hasanov et al., (2017). Entre os ativos mais voláteis nestes mercados, os preços da energia, especialmente do petróleo, destacam-se como um elemento macroeconómico crucial. Essa volatilidade extrema tem o potencial de gerar instabilidade económica em escala internacional. Como medida de instabilidade, a volatilidade tem atraído a atenção de economistas, já que evidências indicam uma relação significativa entre as crises económicas e a volatilidade nos mercados (Volkov e Yuhn, 2016; Teixeira et al., 2022).

A integração dos mercados bolsistas refere-se a uma área de investigação em economia financeira que inclui muitos aspetos das inter-relações entre os mercados bolsistas que são influenciados por fatores comuns, tais como, condições económicas globais e eventos. Este fenómeno, frequentemente descrito por termos como “co-movimento”, “sincronização” ou “correlação” Wälti, (2011).

A integração dos mercados de ações diz respeito ao fenómeno em que os mercados bolsistas nacionais apresentam movimentos integrados significativos. No entanto compreender o nível de co-movimento ou correlação entre os retornos entre os mercados de ações e investigar a ocorrência de fenómenos de integração financeira no contexto do crash do mercado de ações continua a desempenhar um papel essencial na diversificação das carteiras internacionais. É plausível que essa correlação se altere ao longo do tempo devido à crescente interdependência económica, promovida pelo comércio internacional e pela globalização dos mercados financeiros. Adicionalmente, a sincronização dos mercados bolsistas é influenciada pela integração monetária, nomeadamente através da redução da volatilidade cambial (Gupta e Guidi, 2012; Pardal et al., 2021).

A taxa de câmbio é um dos fatores mais importantes nas economias abertas. A volatilidade da taxa de câmbio tem sido estudada em termos de sua medição, previsão e impacto e relação com outras variáveis, Flores-Sosa et al., (2022).

De acordo com os autores Lal et al., (2023) a volatilidade das taxas de câmbio resulta das flutuações no valor da moeda de um país face a outras, as quais podem ser provocadas por uma multiplicidade de fatores, como alterações nas taxas de juro, índices de inflação, estabilidade política, desempenho económico e especulação.

Os autores Bhowmik e Wang, (2020) defendem que no contexto da globalização económica, especialmente após o impacto da crise financeira internacional contemporânea, que o mercado bolsista tem sofrido flutuações sem precedentes. Esta volatilidade aumenta a incerteza e o risco do mercado bolsista e é prejudicial para o seu funcionamento normal. Para reduzir esta incerteza, é particularmente importante medir com precisão a volatilidade dos rendimentos dos índices bolsistas, uma vez que mudanças no mercado de ações podem também provocar mudanças nas taxas de câmbio.

Em complementaridade, o autor Araújo, (2010) acredita que em períodos de crise, quando a volatilidade do mercado aumenta e os movimentos de queda e alta são amplificados, a diversificação surge como uma alternativa para minimizar o risco da carteira. A volatilidade é uma das características mais importantes dos mercados financeiros. Está diretamente relacionada com a incerteza do mercado e afeta o comportamento dos investimento das empresas e dos particulares Bhowmik e Wang (2020).

#### **a) Justificativa das taxas e dos mercados**

Uma das informações mais importantes para os investidores dos mercados bolsistas, é a variância dos preços de um ativo (volatilidade). A sua correta previsão permite captar momentos de incerteza no mercado financeiro, como forma de antecipar estratégias de retorno das ações afetadas por fatores relacionados com o desempenho da empresa emitente e da conjuntura económica.

Os instrumentos financeiros têm comportamentos dinâmicos que variam ao longo do tempo. Em certos momentos, registam-se grandes oscilações no seu comportamento, enquanto noutros prevalece uma maior estabilidade. A estas flutuações instantâneas, que caracterizam a evolução de um instrumento financeiro ao longo do tempo, dá-se o nome de volatilidade. Sendo esta uma

variável não observável diretamente, o seu estudo exige a aplicação de técnicas estatísticas e modelos econométricos capazes de traduzir a sua complexidade.

Sendo assim a seleção das taxas de câmbio USD/JPY, USD/CHF, GBP/USD, EUR/USD e EUR/GBP baseiam-se na sua relevância no contexto dos mercados internacionais. Estas taxas representam as moedas de maior impacto nas transações globais, estando profundamente influenciadas por fatores como o comércio internacional, as políticas monetárias dos principais bancos centrais e eventos económicos de grande escala. Paralelamente, os índices bolsistas S&P 500 e Nikkei 225 foram escolhidos como representantes de dois dos mercados de capitais mais importantes a nível mundial. O S&P 500 reflete o desempenho das maiores empresas cotadas nos Estados Unidos, enquanto o Nikkei 225 capta as dinâmicas das empresas líderes no Japão, um dos maiores centros económicos da Ásia.

#### **b) Objetivo da investigação**

Nesta investigação pretende-se analisar a volatilidade entre as taxas de câmbio e os principais mercados de capitais, nomeadamente as taxas de câmbio USD/JPY, USD/CHF, GBP/USD, EUR/USD, EUR/GBP, e os mercados de capitais S&P 500, Nikkei 225, no período de 3 de janeiro de 2022 a 6 de dezembro de 2024. Para além de se pretender analisar a volatilidade entre as taxas de câmbio e os principais mercados de capitais, procura-se, ainda, averiguar se existe uma interdependência entre as taxas de câmbio e os mercados de capitais no período em análise.

Tendo por base os resultados alcançados, verificou-se que de facto existe uma significativa interdependência entre as taxas de câmbio e os mercados de capitais no período analisado, evidenciando a presença de spillovers de volatilidade. Foi identificada uma relação bidirecional entre o índice Nikkei 225 e o par EUR/GBP, bem como entre o S&P 500 e o EUR/GBP, indicando uma interação dinâmica entre os mercados de capitais dos EUA e Japão com as taxas de câmbio europeias. Adicionalmente, os pares como o EUR/USD e GBP/USD também demonstraram conexões importantes, tanto entre si quanto com mercados de capitais, destacando a relevância dos spillovers entre moedas globais. O par GBP/USD mostrou-se particularmente influente, impactando os índices Nikkei 225 e S&P 500, além de afetar o par USD/CHF, sublinhando a sua importância nas dinâmicas globais. Por outro lado, o índice S&P

500 destacou-se como líder, influenciando o mercado japonês (Nikkei 225) e sendo impactado por pares como USD/CHF, reforçando a transferência de volatilidade entre moedas de refúgio e os mercados de capitais. Com base nos resultados, percebeu-se um elevado nível de integração entre os mercados cambiais e os mercados de capitais.

### **c) Pertinência e respectivos contributos académicos**

Estudar as flutuações entre as taxas de câmbio e os mercados de capitais é crucial porque estas relações influenciam diretamente o comércio internacional, os investimentos e o crescimento económico. As taxas de câmbio afetam os custos de importação e exportação, enquanto os mercados de capitais refletem a saúde económica de um país. Compreender esta dinâmica permite prever tendências económicas, orientar políticas monetárias e fornecer informações valiosas para investidores e formuladores de políticas. A título de exemplo, os autores Kumar and Gupta (2017) investigaram a relação causal entre taxas de câmbio USD/INR e o mercado de ações na Índia (S&P BSE), e evidenciam uma influência na formação dos preços bidirecional entre a taxa de câmbio e o índice S&P BSE. Em complementaridade, os autores Rai and Garg (2022) analisaram o impacto da COVID-19 nas correlações negativas e transbordamentos de volatilidade entre os mercados de ações e as taxas de câmbio nas economias dos BRIICS. Os autores evidenciam spillovers significativos, originando quedas nos retornos das ações e saídas de capital que aumentaram as taxas de câmbio.

O presente estudo contribui significativamente para a literatura existente ao aprofundar a análise da volatilidade entre as taxas de câmbio e os principais mercados de capitais num período recente (2022–2024), marcado por eventos económicos globais e incertezas financeiras. Ao explorar a dinâmica entre as taxas de câmbio (USD/JPY, USD/CHF, GBP/USD, EUR/USD, EUR/GBP) e os mercados de ações (S&P 500, Nikkei 225), o estudo oferece insights atualizados sobre a interdependência destes mercados financeiros, complementando investigações anteriores que se centraram em períodos históricos mais amplos ou diferentes contextos regionais, tais como o estudo dos autores Bhargava and Konku (2023). A inclusão de pares de moedas que envolvem tanto economias desenvolvidas quanto mercados financeiros altamente líquidos proporciona uma análise detalhada da integração e transmissão de volatilidade entre as taxas de câmbio e os mercados de capitais. Além disso, a abordagem é realizada num período recente o que permite capturar os impactos de eventos como as

consequências económicas da pandemia da COVID-19, a guerra na Ucrânia e as políticas monetárias globais restritivas, que na minha opinião ainda foram pouco explorados de forma integrada em estudos prévios. A análise do S&P 500 e do Nikkei 225 amplia a perspectiva ao considerar mercados de ações de diferentes regiões (Estados Unidos e Japão), contribuindo assim para a compreensão da relação entre a volatilidade cambial e os retornos dos mercados de ações em economias interconectadas, mas com características económicas distintas. Essa abordagem fornece suporte empírico adicional à literatura sobre transbordamentos de volatilidade, que enfatiza a complexidade e a interdependência dos mercados globais.

#### **d) Estrutura da dissertação**

Em termos de estrutura, esta investigação encontra-se organizado em 5 secções. Para além da atual introdução, na secção 1 apresenta-se uma análise a revisão bibliográfica com referência a estudos empíricos que examinaram a volatilidade da taxa de câmbio, na secção 2 descreve-se os dados e a metodologia aplicada a amostra e na secção 3 contém os resultados encontrados e a respetiva discussão dos mesmos. Por fim, a secção 4 apresenta as principais conclusões do trabalho, bem como uma linha de investigação futura considerada pertinente no âmbito da continuidade do estudo da temática desenvolvida na presente dissertação.

# **Capítulo I: Revisão da literatura**

## **1. Introdução teórico**

De acordo com Edwards e Cabezas, (2022), a taxa de câmbio serve como um barômetro para a saúde econômica de um país, influenciando várias facetas de sua economia, especialmente o comércio internacional.

A volatilidade da taxa de câmbio como indicador de incerteza explica o comportamento das decisões dos investidores. As taxas de câmbio estáveis tornam-se mais atrativas para as empresas que decidem aumentar o seu investimento. Por conseguinte, a teoria das opções reais é utilizada pelos investigadores para examinar a relação entre a volatilidade da taxa de câmbio e o crescimento económico Morina et al., (2020).

Relativamente a volatilidade de ativos financeiros o autor Park (2002), defende que a volatilidade é frequentemente percebida como uma medida explícita de risco, os economistas financeiros há muito se preocupam com medidas e previsões precisas de volatilidade futura, além disso a previsão da volatilidade dos mercados financeiros tem sido objeto de estudos de muitos investigadores, na medida em que os mercados financeiros apresentam clustering de volatilidade.

## **2. Estudos empíricos**

Estudar a relação entre as taxas de câmbio e mercados de capitais é crucial para entender como as flutuações cambiais influenciam o desempenho financeiro, o custo de capital e a volatilidade dos mercados. Esta análise apoia políticas económicas e monetárias eficazes, auxilia os investidores na diversificação de carteiras e promove a estabilidade financeira num ambiente globalizado. Os autores Verschoor and Muller (2007) e Majumder and Nag (2015) analisaram a relação entre as taxas de câmbio e os mercados de capitais em contextos de crise. Verschoor and Muller (2007) analisaram a variabilidade cambial na volatilidade dos retornos das multinacionais dos EUA durante a crise asiática de 1997, identificando o aumento no risco de mercado e custo de capital. Por outro lado, Majumder and Nag (2015) estudaram a volatilidade entre os mercados de capitais e cambiais na Índia (2003-2013), demonstrando que esses efeitos

intensificaram-se após as crises, tendo sido verificada uma maior volatilidade no pós-2008. Ambos os autores destacam que os choques aumentam a interdependência entre os mercados e sugerem políticas de mitigação dos impactos.

Os autores, Kennedy and Nourizad (2016) e Jain and Biswal (2016) mostraram que as flutuações cambiais aumentam a volatilidade nos mercados de capitais, mas diferem nos contextos e nas abordagens. Kennedy and Nourizad (2016) analisaram os EUA, destacando o impacto da volatilidade do dólar em relação ao euro, durante o ataque às torres gêmeas a 11 de setembro sugerindo políticas cambiais para mercados desenvolvidos. Jain and Biswal (2016) examinaram que os preços do ouro e do petróleo influenciam o câmbio USD-INR e o mercado de capitais da Índia, recomendando o uso destas commodities como instrumentos de estabilização.

Em complementaridade os estudos dos autores Bhuvaneshwari and Ramya (2017), e Daggash and Abraham (2017) analisaram a relação entre as taxas de câmbio e os mercados de capitais, revelando semelhanças e diferenças em termos de contextos e resultados. Bhuvaneshwari and Ramya (2017) investigam a relação entre a taxa de câmbio USD-INR e o mercado de capitais indiano, nos anos de 2006 a 2015. Os autores evidenciam que não há relação de longo prazo (ausência de cointegração) entre as variáveis, mas identificaram uma relação bidirecional de curto prazo, destacando a influência recíproca entre as taxas de câmbio e o mercado de capital analisado. Por outro lado, Daggash and Abraham (2017) examinaram a volatilidade cambial do Rand (África do Sul) e do Naira (Nigéria) em relação ao dólar e os seus impactos nos mercados de capitais destes países. Os autores advogam que, enquanto o Rand é volátil, o Naira não apresenta o mesmo comportamento. Além disso, os retornos cambiais têm um impacto positivo no mercado nigeriano, mas não no mercado sul-africano, onde o FTSE 100 desempenha um papel mais significativo.

Os estudos dos autores Abdel Hakim and Saber Alwahili (2017), Erdoğan et al. (2020), Ali et al. (2020) analisaram, as interações entre os mercados financeiros e os fatores macroeconômicos, como as taxas de câmbio e os preços de commodities, e destacam as relações complexas e multidimensionais. Abdel Hakim and Saber Alwahili (2017) analisaram a relação entre os riscos cambiais e o valor de mercado das ações de bancos iraquianos, no período de

janeiro de 2014 a junho de 2017. O estudo revelou uma correlação estatisticamente significativa entre a volatilidade cambial e o desempenho do mercado de ações do setor bancário. Erdoğan et al. (2020) investigaram os efeitos de transbordamento de volatilidade entre os mercados de câmbio e os mercados de ações islâmicos, como a Índia, Malásia e a Turquia, no período de 2013 a 2019. Os resultados indicaram transbordamentos unidirecionais do mercado de ações islâmico para o mercado de câmbio da Turquia e mostraram que estes efeitos variam ao longo do tempo. Por fim, Ali et al. (2020) investigaram a relação entre a volatilidade do mercado de ações, taxas de câmbio e o ouro no Paquistão, no período de 2001 a 2018. Os resultados demonstraram que as flutuações cambiais e variações nos preços do ouro originaram choques negativos no mercado de ações, quer em períodos de alta como de baixa no mercado, e que a sensibilidade do mercado varia conforme o contexto económico, como as crises financeiras globais.

Rai and Garg (2022) examinou o impacto da pandemia da COVID-19 nas correlações dinâmicas e transbordamentos de volatilidade entre preços de ações e taxas de câmbio nas economias dos BRIICS. Usando modelagem de volatilidade, demonstramos correlações dinâmicas negativas significativas e transbordamentos de volatilidade entre retornos de ações e câmbio na maioria das economias dos BRIICS. Além disso, o relacionamento se fortaleceu durante os primeiros dias de bloqueios. Nossos resultados passam na análise de sensibilidade e, portanto, são robustos. No geral, nossas descobertas indicam que houve transferências de risco significativas entre os dois mercados, durante o surto da COVID-19, o que levou ao declínio nos retornos de ações domésticas e subsequentes saídas de capital, aumentando assim as taxas de câmbio.

A relação entre as flutuações cambiais e os mercados de ações tem sido amplamente investigada, com estudos a evidenciar diferentes resultados em diversos contextos regionais, metodológicos e temporais. Os autores Silva (2023), Bhargava and Konku (2023), e Gbadebo (2023) contribuem significativamente para esta discussão, oferecendo perspectivas distintas sobre como as taxas de câmbio afetam os mercados de ações. Silva (2023) analisa a relação dinâmica entre os retornos dos mercados de ações e os movimentos das taxas de câmbio em países emergentes (Brasil, Argentina, México e Índia), nos anos de 2005 a 2021. Os autores evidenciam que o impacto das taxas de câmbio nos retornos das ações não é estatisticamente

significativo em todos os países, sugerindo que as flutuações cambiais do dólar americano têm uma influência diminuta na dinâmica dos mercados de ações, tanto em períodos normais quanto em períodos turbulentos. No entanto, os retornos das ações afetam significativamente as taxas de câmbio no Brasil e no México, indicando uma relação assimétrica.

De forma complementar, Bhargava and Konku (2023) expandem essa análise ao investigar o impacto das flutuações cambiais nos retornos do S&P 500, no período de 2000 a 2019. Os autores identificam que a volatilidade do dólar australiano, dólar canadense e o euro influenciam os retornos do S&P 500, com transbordamentos assimétricos de volatilidade do dólar australiano. Estes achados sugerem uma interdependência significativa, especialmente nas taxas de câmbios das economias desenvolvidas, e ressaltam a importância de considerar a volatilidade assimétrica nas análises de risco. Gbadebo (2023), por sua vez, examina o impacto da volatilidade cambial nos indicadores do mercado de ações nigeriano, tais como os retornos, capitalização bolsista e volume de negociação, nos anos de 1985 a 2020. O estudo conclui que a volatilidade cambial afeta negativamente o desenvolvimento do mercado de ações, sugerindo que os investidores devem ter alguma prudência nas estratégias de negociação. Em suma quando comparamos os estudos, percebemos da existência de semelhanças e contrastes importantes. Os autores Silva (2023), Bhargava and Konku (2023) destacam as relações específicas e por vezes assimétricas entre as taxas de câmbio com os mercados de ações de países emergentes e desenvolvidos. Em contrapartida, Gbadebo (2023) enfatiza os impactos amplos e adversos da volatilidade cambial em mercados de ações menos desenvolvidos, como da Nigéria.

Os estudos dos autores Robiyanto et al. (2023), El-Diftar (2023) analisaram a interação entre as taxas de câmbio, a volatilidade das commodities e os mercados de capitais, com abordagens e contextos distintos. Robiyanto et al. (2023) investigaram a integração entre os mercados de capitais da Indonésia e dos Estados Unidos (2005–2020), e identificaram uma forte correlação dinâmica entre os mercados. No entanto, a volatilidade do petróleo, do ouro e das taxas de câmbio impactaram negativamente a integração, sugerindo que os choques externos podem reduzir a sincronia entre os mercados. Já El-Diftar (2023) analisou a relação entre as flutuações entre as taxas de câmbio e os retornos de determinados mercados de capitais emergentes (2019–2022). Os resultados revelaram uma relação positiva de longo prazo entre as taxas de câmbio e

os retornos dos mercados de ações, sendo a exceção o mercado da Indonésia, onde o impacto foi negativo. Ambos os estudos destacam a relevância de considerar fatores externos na formulação de estratégias de investimento e políticas económicas, sublinhando como a volatilidade cambial e das commodities afetam os mercados de capitais em diferentes contextos regionais.

Os estudos dos autores Sadat et al. (2024), Xiao et al. (2024), Nguyen and Pham (2024) abordam diferentes aspetos nas interações entre a volatilidade cambial, fatores globais e os mercados financeiros, oferecendo análises complementares sobre como estes elementos impactam os retornos, a volatilidade e os fluxos de capital em diversos contextos.

Sadat et al. (2024) analisaram os efeitos dos fatores globais e os seus impactos nos mercados de ações de economias desenvolvidas (G7) e emergentes (BRIC). O estudo destaca que as taxas de câmbio têm um impacto positivo nos retornos em ambos os grupos de mercados, enquanto fatores globais como o índice MSCI também influenciam positivamente os mercados em todos os cenários analisados. No entanto, o índice VIX impacta negativamente os mercados do G7 em todos os níveis de mercado e apresenta efeitos significativos no BRIC apenas em condições específicas, como mercados em transição ou em alta. Estes achados mostram que a volatilidade global desempenha um papel crítico nos mercados, com um impacto distinto nas economias desenvolvidas e emergentes.

Xiao et al. (2024) centraram-se no mercado da China, e investigaram como as incertezas políticas impactam a volatilidade do mercado de ações. A incerteza fiscal (FPU) e monetária (MPU) afetam positivamente a volatilidade seja boa ou má, enquanto a incerteza cambial (ECPU) afeta apenas a volatilidade má. O estudo revela que estas incertezas não apresentam assimetrias significativas nos impactos, mas que o FPU e o MPU têm efeitos desfasados, indicando uma persistência temporal. Adicionalmente, o sentimento do investidor desempenha um papel importante ao moderar os efeitos negativos da incerteza cambial, destacando o impacto do comportamento dos agentes de mercado.

Nguyen and Pham (2024) exploraram como o desenvolvimento financeiro influenciava a relação entre a volatilidade cambial e as entradas de capital em 20 países emergentes. Os

resultados indicam que a volatilidade cambial prejudica as entradas de capital, tanto em investimentos diretos quanto em carteiras de investimento, mas que o desenvolvimento financeiro pode mitigar estes impactos negativos.

Em convergência, os três estudos dos autores Sadat et al. (2024), Xiao et al. (2024), Nguyen and Pham (2024) demonstram que a volatilidade cambial, as incertezas políticas e fatores macroeconômicos globais são determinantes significativos para o desempenho e a estabilidade dos mercados financeiros. Sadat et al. (2024) destacam a influência positiva das taxas de câmbio e fatores globais nos retornos dos mercados islâmicos, enquanto os autores Nguyen and Pham (2024) enfatizam que o fortalecimento do desenvolvimento financeiro é essencial para minimizar choques negativos na volatilidade cambial nas economias emergentes. Xiao et al. (2024), complementam ao mostrar que a incerteza política tem impactos diretos na volatilidade do mercado, que podem ser moderados por fatores como o sentimento do investidor. Estes resultados reforçam a importância de políticas econômicas adaptativas e estratégias para mitigar riscos associados à volatilidade cambial e a incertezas políticas, promovendo uma maior estabilidade e atração de capital, especialmente nos mercados emergentes e em desenvolvimento.

## **Capítulo II: Dados e metodologia**

Neste capítulo procura-se abordar alguns conceitos elementares, regularidades estatísticas inerentes a séries financeiras, métodos e instrumentos de análise estatística e econométrica utilizadas na dissertação, visando a análise da volatilidade entre as taxas de câmbio e os principais mercados de capitais. E para tal foi subdividido em dois pontos, sendo que primeiramente apresentamos as fontes dos dados e as variáveis, em seguida métodos e instrumentos de análise estatística e econométrica.

### **1. Dados**

Os dados utilizados no estudo consistem nos prices index das taxas de câmbio USD/JPY, USD/CHF, GBP/USD, EUR/USD e EUR/GBP, assim como dos principais mercados de capitais dos EUA (S&P 500) e Japão (Nikkei 225). O estudo compreende os anos de 3 de janeiro de 2022 a 6 de dezembro de 2024. Para assegurar a robustez e a comparabilidade dos resultados, as cotações das taxas de câmbio foram apresentadas em moeda local, o que permite mitigar possíveis distorções cambiais que poderiam influenciar a análise dos comovimentos e das dinâmicas de longo prazo entre os mercados. A escolha pela moeda local procura eliminar os efeitos das flutuações externas, concentrando a análise nas dinâmicas próprias de cada mercado.

Os dados foram obtidos da Thomson Reuters Eikon, uma base de dados reconhecida pela sua abrangência e confiabilidade no fornecimento de informações financeiras e económicas globais. A utilização dessa base garante a qualidade e a consistência dos dados analisados, sendo os mesmos elementos cruciais para a validade dos resultados do estudo.

**Tabela 1:** Ativos em análise no estudo, no período de 3 de janeiro de 2022 a 6 de dezembro de 2024.

<b>Tipo</b>	<b>Ativo</b>	<b>Descrição</b>
Taxa de Câmbio	USD/JPY	Representa a taxa de câmbio entre o dólar americano (USD) e o iene japonês (JPY), mostrando quantos ienes equivalem a 1 USD.
Taxa de Câmbio	USD/CHF	Refere-se à taxa de câmbio entre o dólar americano (USD) e o franco suíço (CHF), indicando quantos francos suíços equivalem a 1 USD.
Taxa de Câmbio	GBP/USD	Reflete a taxa de câmbio entre a libra esterlina (GBP) e o dólar americano (USD), mostrando quantos dólares equivalem a 1 GBP.
Taxa de Câmbio	EUR/USD	Mostra a taxa de câmbio entre o euro (EUR) e o dólar americano (USD), indicando quantos dólares equivalem a 1 EUR.
Taxa de Câmbio	EUR/GBP	Refere-se à taxa de câmbio entre o euro (EUR) e a libra esterlina (GBP), mostrando quantas libras equivalem a 1 EUR.
Mercado de Capitais	S&P 500	Índice Standard & Poor's 500, que mede o desempenho das 500 maiores empresas de capital aberto nos EUA, refletindo a economia americana.
Mercado de Capitais	Nikkei 225	Índice da Bolsa de Tóquio que investiga o desempenho das 225 grandes empresas japonesas de diversos setores.

**Fonte:** Elaboração própria.

## **2. Metodologia**

A pesquisa será desenvolvida em várias etapas e também será utilizado alguns modelos econométricos para a obtenção dos resultados. A metodologia utilizada para responder à questão de investigação encontram-se estruturadas do seguinte modo, numa primeira fase procedeu-se à caracterização da amostra através das estatísticas descritivas (média, desvio padrão, assimetria e curtose), para validar as distribuições das séries de tempo aplicou-se o teste de Jarque and Bera (1980).

Numa segunda fase para validar os pressupostos de estacionariedade das séries temporais procedeu-se os testes de raízes unitárias em painel, nomeadamente os métodos de Breitung (2000), Levin, Lin, and Chu (2002), Im et al. (2003), os quais postulam a mesma hipótese nula

(presença de raízes unitárias). Com o intuito de dar robustecer aos resultados, serão ainda estimados os testes de Dickey and Fuller (1981) e Phillips and Perron (1988) com transformação Qui-quadrado de Fisher e pelos testes de raiz unitária de Choi (2001). Para validar os testes de diagnóstico será aplicado a metodologia de testes de igualdade de variâncias, designadamente os testes de Bartlett, o teste de Levene e o teste de Brown-Forsythe. Por sua vez, é uma modificação de Levene que substitui a média pela mediana no cálculo das diferenças absolutas, tornando-o ainda mais robusto contra a presença de outliers ou dados assimétricos. Esse teste é particularmente indicado em situações de alta heterogeneidade ou comportamento não linear dos dados. Posteriormente para validar a presença de volatilidade extrema será realizado os testes de estabilidade aos resíduos e avaliar a presença de quebras de estrutura através do teste de Clemente et al. (1998).

Para responder à questão de investigação será utilizada o modelo Vetorial Auto-Regressivo Estrutural (*Structural Vector Auto-Regressive, SVAR*) que é uma extensão do modelo VAR, projetado para identificar e interpretar as relações causais entre as variáveis endógenas num sistema dinâmico. Enquanto o VAR captura relações estatísticas entre as variáveis, o SVAR adiciona uma estrutura baseada em pressupostos económicos ou teóricos, permitindo a identificação de choques estruturais e as suas implicações. A principal diferença entre o VAR e o SVAR está na identificação dos choques.

Enquanto no VAR tradicional os resíduos são tratados como choques reduzidos sem interpretação direta, no SVAR são decompostos em choques estruturais, permitindo análises mais detalhadas sobre como diferentes tipos de choques (por exemplo, choques de política monetária ou choques de procura afetam as variáveis do sistema). A identificação do SVAR requer imposições de restrições na matriz ou em outras componentes do modelo. Essas restrições podem ser baseadas em pressupostos teóricos, como a ordem de causalidade ou restrições sobre os sinais das respostas das variáveis aos choques. O processo de estimativa de um SVAR inclui várias etapas. Primeiro, estima-se o modelo VAR tradicional para determinar o número apropriado de defasagens e capturar as relações dinâmicas entre as variáveis. Em seguida, são impostas as restrições teóricas necessárias para identificar o modelo estrutural.

## 2.1. Caracterização da amostra

Na análise do comportamento das séries temporais utilizadas para a obtenção dos resultados foi necessário transformar as cotações (preços originais) em taxas de retorno. Opta-se pelo uso das taxas de retorno em vez dos preços originais dos ativos financeiros, pois o retorno serve como um importante instrumento de gestão para os investidores, oferecendo um resumo abrangente das oportunidades de investimento. Para além disso os dados financeiros, como os preços diários de um determinado ativo financeiro formam uma série de tempo financeira. Uma análise estatística direta dos preços dos ativos é difícil, porque os preços consecutivos são altamente correlacionados e as variâncias dos preços variam com o tempo. Portanto, as séries dos preços em geral não são estacionárias.

Na transformação dos preços originais em taxas de retorno, aplicou-se um logaritmo natural, expresso, matematicamente, da seguinte forma:

$$R_t = \ln(P_t/P_{t-1}) \quad (1)$$

Em que:

$R_t$  – taxa de retorno diária;

$P_t$  – cotação de fecho no dia  $t$ ;

$P_{t-1}$  – cotação de fecho no dia  $t-1$ .

### 2.1.1. Medidas de estatística descritiva

A análise de estatística descritiva é um conjunto de técnicas que visa resumir e descrever as características principais de um conjunto de dados. Essa abordagem é fundamental para a compreensão inicial dos dados, permitindo que os analistas identifiquem padrões, tendências e anomalias que ocorrem no centro da distribuição e a forma como os dados da amostra estão dispersos. Assim para a caracterização da amostra recorreu-se à estatística descritiva (média, desvio padrão, assimetria e curtose) com o objetivo de formular um modelo que traduza a situação em estudo.

A média, também conhecida como média aritmética, é o valor representativo de um conjunto de dados, é obtida através da soma de todos os valores de retorno das séries e dividindo-se pelo número total de observações. A média representa a tendência central de um conjunto de dados, mas é sensível a presença de outliers (valores extremos), diz-se por isso que é uma medida pouco resistente ou robusta, é a medida de localização central mais utilizada.

O desvio padrão é a medida de dispersão mais utilizada. Reflete o valor de todas as observações. É uma medida pouco robusta pois é muito sensível a valores extremos, logo é um indicador da homogeneidade dos dados. É menos aconselhada para distribuições fortemente assimétricas para fins de inferência estatística, satisfaz as propriedades de um bom estimador.

Assimetria (*skewness*) é o grau de desvio ou afastamento da simetria de uma distribuição. Quando a curva é simétrica, a média, a mediana e a moda coincidem, num mesmo ponto, de ordenada máxima, havendo um perfeito equilíbrio na distribuição, assume o valor zero, a distribuição dos dados é totalmente simétrica (*skewness* = 0), i.e., o valor é nulo em torno da média. Quando o equilíbrio não acontece, isto é, a média, a mediana e a moda recaem em pontos diferentes da distribuição esta será assimétrica, enviesada a direita ou esquerda. Quando os valores se concentram na extremidade inferior da cauda e se distribuem gradativamente em direção à extremidade superior e mais longa à direita e, por isso, diz-se que a distribuição possui assimetria positiva (*skewness* > 0). Posteriormente, a distribuição possui assimetria negativa (*skewness* < 0) a esquerda quando os valores se concentram na extremidade superior da escala e se distribuem gradativamente em direção à extremidade inferior.

A curtose é uma medida do grau de achatamento de uma distribuição desenvolvida pelo Pearson, que indica como se comporta a curva de distribuição dos dados, podendo ser mais achatada ou mais acentuada do que a curva de uma distribuição normal. A curtose de uma distribuição normal é zero. Se a curtose é positiva, a distribuição tem pico mais acentuado do que a distribuição normal. Um valor negativo indica que a distribuição é mais achatada do que o normal. A curtose pode ser classificada como mesocúrtica, quando a distribuição dos dados é semelhante a distribuição normal e com uma concentração moderada dos dados em torno da média ( $k = 3$ ); leptocúrtica quando a distribuição é mais pontiaguda que o normal, indica uma distribuição mais concentrada em torno da média, com caudas mais pesadas e picos mais altos

( $k > 3$ ); platicúrtica, quando a distribuição tem uma forma mais ampla, apresenta pico mais baixo e caudas mais leves do que a distribuição normal, dado que os valores tendem a ser mais dispersos ( $K < 3$ ).

### 2.1.2. Teste de aderência Jarque e Bera (1980)

O teste de normalidade é necessário para avaliar se as condições para validação da amostra foram atendidas. O Teste de Jarque e Bera (1980) é um teste estatístico utilizado para verificar a normalidade de uma distribuição de dados. Ele avalia se os dados seguem uma distribuição normal, analisando a diferença entre os coeficientes de skewness e curtose da amostra. A análise dos coeficientes de curtose e assimetria dos resíduos permite verificar a validade da normalidade. Numa distribuição normal  $s$  e  $k$  têm os valores 0 e 3 respectivamente. Então o teste JB tem como hipótese nula conjunta  $s=0$  e  $k=3$ .

A estatística do teste de aderência de Jarque & Bera (1980) é dada pela seguinte expressão:

$$JB = n \left( \frac{\alpha_3^2}{6} + \frac{(\alpha_4 - 3)^2}{24} \right) \quad (2)$$

Onde:

$$\alpha_3 = \frac{1(\gamma_i - \gamma)^2}{ns^3} \quad (3)$$

$$\alpha_4 = \frac{1(\gamma_i - \gamma)^2}{ns^3} \quad (4)$$

$$s^2 = \frac{1(\gamma_i - \gamma)^2}{n} \quad (5)$$

Aqui,  $\gamma$  é a média da amostra e  $s^2$ ,  $\alpha_3$  e  $\alpha_4$  o segundo, terceiro respectivamente, o segundo, terceiro e quarto momentos centrais.

Sendo assim as hipóteses do teste de Jarque-Bera são:

$$\begin{cases} H_0: \varepsilon \sim N(\mu, \sigma^2) \\ H_1: \text{Rejeita} - \text{se } H_0 \end{cases} \quad (6)$$

Este teste é amplamente utilizado em análises estatísticas, especialmente em econometria e ciências sociais, onde a suposição de normalidade é frequentemente necessária para a aplicação de diversos métodos estatísticos e para corroborar os resultados obtidos por meio de medidas estatísticas como a assimetria e a curtose.

### 2.1.3. Diagnóstico de estacionariedade das séries temporais

Para desenvolver e utilizar modelos capazes de testar e estudar dados económicos e financeiros, temos de verificar se as respetivas séries temporais são ou não estacionárias. Uma série temporal é considerada estacionária se seguir um processo estocástico com média constante, variância constante e finita ao longo do tempo e a covariância entre os valores desfasados depende exclusivamente do número de períodos de desfasamento, e não do momento em que a covariância é calculada.

Uma série  $\{y_t\}_{t \in T}$  diz-se estacionária (estacionária em covariância) se:

A média é constante, isto é:

$$E(y_t) = E(y_{t-s}) = \mu, \forall t, t - s \in T \quad (7)$$

A variância é constante e finita, isto é:

$$E((y_t - \mu)^2) = E((y_{t-s} - \mu)^2) = \sigma_y^2 < \infty, \forall t, t - s \in T \quad (8)$$

A covariância é constante, isto é:

$$\begin{aligned} E((y_t - \mu)(y_{t-s} - \mu)) &= E(y_{t-s} - \mu)((y_{t-s-j} - \mu)) \\ &= \gamma(s), \forall t, t - s, t - s - j \in T \end{aligned} \quad (9)$$

A estacionariedade implica que os  $y_t$  são identicamente distribuídos e que a natureza de qualquer correlação entre termos adjacentes é a mesma ao longo de todos os períodos. Quando não se verifica a estacionariedade das séries temporais perante as suposições acima mencionadas diz-se que as séries não são estacionária.

A estacionariedade de uma série temporal pode ter uma influência significativa em suas propriedades e comportamento de previsão, como os dados em painel incorporam características tanto de dados transversais como dados de séries temporais, torna-se fundamental, para evitar o fenómeno da "regressão espúria" na análise empírica, proceder primeiramente o teste de estacionariedade de cada variável Jiang et al., (2023). Contudo os autores Van Greunen et al., (2014), evidenciam nos seus estudos que embora existam várias abordagens diferentes para tornar estacionária uma série temporal não estacionária, poucos econométristas olham além dos método diferencial.

#### **2.1.3.1. Teste de raiz unitária em painel**

As raízes unitárias são processos de séries temporais autorregressivas (AR) ou médias móveis autorregressivas (ARMA) não estacionárias que podem incluir uma intercepto e/ou uma tendência. Os testes de raiz unitária abordam a hipótese nula de raiz unitária e hipótese alternativa de uma série temporal estacionária (ou estacionária de tendência).

Os autores Levin, Lin, e James Chu, (2002), desenvolveram um teste  $t$  ajustado para raiz unitária para vários modelos de dados em painel. Contudo, consideram que os procedimentos de teste são projetados para avaliar a hipótese nula de que todos os indivíduos possuem o mesmo coeficiente autorregressivas (AR) versus a hipótese alternativa de que todas as séries temporais de indivíduos são estacionárias. Esse teste ganhou popularidade nas suas aplicações e são frequentemente usados em economia e finanças, mas também podem ser encontrados em outros campos científicos. Em complementaridade, o autor Pesaran, (2012) em seus estudos defendem que as aplicações de testes de raiz unitária em painel tornaram-se comuns na economia empírica, a maioria dos testes de raiz unitária em painel é projetada para testar a hipótese nula de uma raiz unitária para cada série individual em painel. A formulação da hipótese alternativa é, no entanto, uma questão controversa que depende criticamente de quais

suposições se fazem sobre a natureza da homogeneidade / heterogeneidade do painel.

No entanto os autores na sua investigação postulam que a hipótese nula de raízes unitárias pode então ser escrita como:

$$H_0: \beta_i = 0, \text{ para todos} \quad (10)$$

Sob uma alternativa homogênea, temos

$$H_1: \beta < 0, \text{ é significativo} \quad (11)$$

Face ao exposto, para validar os pressupostos de estacionariedade das séries temporais referentes aos mercados e as taxas de câmbio em análise serão utilizados os testes de raízes unitárias em painel, nomeadamente os métodos de Breitung (2000), Levin, Lin, and Chu (2002), Im et al. (2003), os quais postulam a mesma hipótese nula (presença de raízes unitárias). Já o teste de Hadri, (2000) será também considerado pois postula a hipótese contrária. Com o intuito de dar robustecer aos resultados, serão ainda estimados os testes de Dickey and Fuller (1981) e Phillips and Perron (1988) com transformação Qui-quadrado de Fisher e pelos testes de raiz unitária de Choi (2001).

Os dois primeiros são testes derivados e aprimorados face ao teste de raiz unitária de Dickey and Fuller (1981) e têm como hipótese nula que todos os painéis contêm uma raiz unitária (ou variância inconstante). LLC e Breitung consideram as seguintes especificações básicas do teste de Dickey e Fuller aumentado (ADF):

$$\Delta y_{it} = \alpha y_{it-1} \sum_{j=1}^{\rho i} \beta_{ij} \Delta y_{it-j} + X'_{it} \delta + \epsilon_{it} \quad (12)$$

Onde, se assume que  $\alpha = \rho - 1$ , no entanto, a ordem de defasamento  $\rho i$  é variável para cada secção transversal.

As hipóteses do teste são dadas por:

$$\begin{cases} H_0: \alpha = 0 \text{ (existe uma raiz unitária)} \\ H_1: \alpha < 0 \text{ (não existe raiz unitária)} \end{cases} \quad (13)$$

Especificamente, o método de LLC deriva das estimativas do coeficiente  $\alpha$ , a partir das proxies  $\Delta y_{it}$  e  $y_{it}$ , que são estandardizadas e independentes de autocorrelação e de componentes determinísticas. Em primeiro lugar, o modelo começa por estimar dois coeficientes, por meio da regressão de  $\Delta y_{it}$  e  $y_{it}$ , nos termos de defasagem de  $\Delta y_{it-j}$  (para  $j = 1, \dots, \rho i$ ) e variável exógena  $X_{it}$ . Os coeficientes estimados obtidos das duas regressões irão ser denotados  $(\hat{\beta}, \hat{\delta})$  e  $(\bar{\beta}, \bar{\delta})$ . Deste modo, define-se a proxy padronizada por meio  $\Delta \bar{y}_{it}$  de  $\Delta y_{it}$  removendo as autocorrelações e os componentes determinísticos, utilizando o primeiro par estimado de coeficientes auxiliares  $(\hat{\beta}, \hat{\delta})$ :

$$\Delta \bar{y}_{it} = \Delta y_{it} - \sum_{j=1}^{\rho i} \bar{\beta}_{ij} \Delta y_{it-j} + X'_{it} \bar{\delta} \quad (14)$$

Por sua vez, obtêm-se  $\bar{y}_{it}$  aplicando o segundo par estimado de coeficientes auxiliares  $(\hat{\beta}, \hat{\delta})$ :

$$\bar{y}_{it-1} = \Delta y_{it-1} - \sum_t^{\rho i} \hat{\beta}_{ij} \Delta y_{it-j} - X'_{it} \hat{\delta} \quad (15)$$

Por último, obtêm-se as proxies  $\Delta y_{it}$  e  $y_{it}$ , estandardizando as proxies padronizadas, dividindo-as pela regressão do erro-padrão:

$$\Delta y_{it} = \left( \frac{\Delta \bar{y}_{it}}{S_i} \right) \quad (16)$$

$$y_{it} = \left( \frac{\bar{y}_{it-1}}{S_i} \right) \quad (17)$$

Depois de se obter as proxies estandardizadas, é possível estimar o coeficiente  $\alpha$  através da seguinte equação pooled das proxies:

$$\Delta y_{it} = \alpha y_{it-1} + n_{it} \quad (18)$$

O teste de Breitung (2000), baseia-se no mesmo modelo utilizado por LLC, mas apresenta duas diferenças principais. A primeira refere-se ao facto de que, ao construir as proxies padronizadas, apenas a componente autorregressiva é removida, deixando os componentes exógenos inalterados. Os coeficientes  $(\hat{\beta}, \hat{\delta})$  e  $(\dot{\beta}, \dot{\delta})$  são definidos conforme o modelo LLC. Deste modo, obtêm-se as duas proxies através da execução das duas equações:

$$\Delta \bar{y}_{it} = \frac{(\Delta y_{it} - \sum_{j=1}^{\rho_i} \hat{\beta}_{ij} \Delta y_{it-j})}{S_i} \quad (19)$$

$$\bar{y}_{it-1} = \frac{\Delta y_{it-1} - \sum_{j=1}^{\rho_i} \dot{\beta}_{ij} \Delta \bar{y}_{it-j}}{S_i} \quad (20)$$

Neste modelo depois de transformadas e distendidas as proxies padronizadas, estima-se o coeficiente  $\alpha$  através da seguinte equação pooled das proxies:

$$\Delta y_{it*} = \alpha y_{it-1*} + v_{it} \quad (21)$$

O teste de Hadri, (2000), por sua vez, será utilizado como uma segunda avaliação da presença de raízes unitárias nos dados em painel, servindo também para corroborar os resultados obtidos nos testes anteriores. Este teste distingue-se pelo facto de a sua hipótese nula ser oposta à dos outros dois testes que serão aplicados.

Hadri, (2000) propõe um teste cuja hipótese nula assume que os painéis são estacionários (tendência), ou seja, não existe uma raiz unitária comum nos dados em painel para todas as secções, contra a hipótese alternativa de que pelo menos um painel inclui uma raiz unitária. Este teste apoia-se nos resíduos das regressões OLS individuais de  $y_{it}$  e pode assumir a existência de tendência. Se por exemplo, se considerar a existência de um termo constante e de uma tendência, obtêm-se os estimadores a partir de:

$$y_{it} = \delta_i + n_{it} + \epsilon_{it} \quad (22)$$

Por sua vez considerando os resíduos das regressões individuais ( $\epsilon$ ), obtém-se a estatística LM:

$$LM_1 = \frac{1}{N} \left( \frac{\sum_{i=1}^N \left( \frac{\sum_T S_i(t)^2}{T^2} \right)}{f_0} \right) \quad (23)$$

Sendo que  $S_i(t)$  corresponde ao somatório dos resíduos e  $f_0$  representa a média dos estimadores individuais na frequência zero.

Para um melhor entendimento sobre as hipóteses estatísticas selecionados no estudo observe-se a tabela 2.

**Tabela 2:** Síntese das características dos testes de raiz unitária em painel.

Teste	Hipótese Nula ( $H_0$ )	Hipótese Alternativa ( $H_1$ )	Método de Correção de Autocorrelação
Levin et al. (2002)	Raiz unitária*	Ausência de raiz unitária	Lags
Breitung (2000)	Raiz unitária*	Ausência de raiz unitária	Lags
Hadri (2000)	Ausência de raiz unitária	Raiz unitária*	Kernel

Fonte: Elaboração própria. Nota: \* ou variância inconstante

### 2.1.3.2. Teste de raiz unitária com quebras de estrutura

Para validar a presença de volatilidade extrema será realizado testes de estabilidade aos resíduos e avaliar a presença de quebras de estrutura através do teste de Clemente et al. (1998).

Esta metodologia permite a identificação da existência de quebras de estrutura nas séries temporais, identifica a data em que se ocorreu a quebra de estrutura mais acentuada para o período temporal em análise.

O teste Clemente et al. (1998) postula as seguintes hipóteses nula e alternativa:

$$\begin{aligned} H_0: \gamma_t &= \gamma_{t-1} + \delta_1 DTB_{1t} + \delta_2 DTB_{2t} + \mu_t \\ H_A: \gamma_t &= \mu + d_1 DU_{1t} + d_2 DTB_{2t} + \mu_t \end{aligned} \quad (24)$$

O  $DTB_{it}$  é uma variável dummy que toma o valor 1 se  $t = TB_i + 1 (i = 1, 2)$  e 0, de outra forma,  $DU_{it} = 1$  se  $t > TB_i (i = 1, 2)$  e 0, caso contrário.  $TB_1$  e  $TB_2$  são os períodos em que a média está a ser modificada. Para simplicidade, os autores assumem que  $TB_i = \lambda_i T (i = 1, 2)$ , com  $0 < \lambda_i < 1$  e também  $\lambda_2 > \lambda_1$ .

## 2.2. Modelo VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

O método de causalidade no sentido de Granger pode ser definida como uma relação de previsibilidade entre duas variáveis  $X_t$  e  $Y_t$ , estabelecendo que  $X_t$  causa no sentido de Granger  $Y_t$ , se os valores passados de  $X_t$  contribuírem para prever o valor presente de  $Y_t$ , podendo fornecer resultados mais precisos do que ao considerar apenas os valores passados de  $Y_t$ . O teste de Granger permite validar se essa capacidade preditiva dos valores de  $X_t$  em relação a  $Y_t$  é estatisticamente significativa, defendendo como hipótese nula que os coeficientes exógenos desfasados da variável causalidade são nulos e, portanto, não causam no sentido grangeriano a variável dependente e como hipótese alternativa postula a existência de causalidade. Mais especificamente, trata-se de uma forma de verificar se uma série temporal auxilia na previsão de outra série, por meio da modelação VAR (Granger, 1969; Sims, 1980).

Para analisar a relação de causalidade entre os mercados financeiros em análise será estimado o modelo VAR Granger Causality ou Block Exogeneity Wald Test que recorre à estatística de Wald para avaliar se as variáveis independentes (ou exógenas) contêm informação que ajude a explicar o comportamento da variável dependente.

O modelo pode ser expresso da seguinte forma:

$$X_t = A_1 X_{t-1} + \dots + A_p X_{t-p} + C y_t + \epsilon_t \quad (25)$$

Onde,  $X_t$  é um vetor de variáveis endógenas ( $k \times 1$ ),  $y_t$  um vetor de variáveis exógenas ( $d \times$

1),  $A_1$  a  $A_p$  representam as matrizes dos coeficientes de defasagem a estimar e  $C$  corresponde a uma matriz de coeficientes de variáveis exógenas,  $\epsilon_t$  denota um processo de ruído branco, comumente denominado como inovações ou termo de choque, com distribuição normal e média zero.

Os resultados do teste acima podem ser interpretados de três formas: (i) causalidade unidirecional, em que uma variável Granger-causa a outra; (ii) causalidade bidirecional, indicando que ambas as variáveis Granger-causam uma à outra; ou (iii) independência entre as variáveis, quando nenhuma delas Granger-causa a outra. Os autores Lee e Yang, (2014) mostram que a maioria dos testes de causalidade de Granger assume uma distribuição gaussiana bidirecional e se concentra na causalidade de Granger em média ou variância.

Posto isso, segundo o autor Hacker e Hatemi-J, (2012) o teste de causalidade no sentido de Granger são cada vez mais aplicados em pesquisas empíricas, em todos os artigos teóricos existentes sobre causalidade, assume-se que o comprimento da defasagem é conhecido a priori. Contudo na estimação de um modelo autorregressivo o comprimento da defasagem deve ser selecionado antes de testar a causalidade.

No entanto, os autores Barnett et al., (2009) defendem que o método de causalidade de Granger foi desenvolvido para analisar o fluxo de informação entre séries temporais. A causalidade de Granger é uma noção estatística de influência causal, baseada na previsão através de modelos de autoregressão vetorial, originalmente concebida no campo da econometria. Esta abordagem oferece um enquadramento metodológico que utiliza a previsibilidade para identificar relações de causalidade entre variáveis em séries temporais. Nos últimos anos, a análise da causalidade de Granger tem sido amplamente aplicada em diferentes áreas, destacando-se particularmente na neurociência, onde é reconhecida como um dos avanços mais significativos no estudo da causalidade.

A estimação do melhor modelo VAR consiste na escolha do número de defasagens mais adequado. Segundo Kilian, (1998), sabe-se que a escolha do número apropriado de defasagens a ser utilizado nas regressões é um ponto importante nas análises, com o intuito de eliminar a autocorrelação dos resíduos. Quando se trabalha com modelos de equações simultâneas ou estruturais, há a necessidade de se predefinir quais as variáveis são endógenas ou exógenas,

devendo esta predefinição ser feita ao acaso, por conhecimento prévio ou das relações já conhecidas. Considerando-se a necessidade de construção de modelos que fossem capazes de avaliar, de um modo geral, todas as relações existentes entre todas as variáveis, sem predefinir as relações e não fazendo a distinção entre variáveis exógenas e endógenas, a priori Sims, (1980) desenvolveu os modelos de vetores autorregressivos (VAR).

O autor Emerson, (2007), demonstra nos seus estudos que quando se pretende usar a análise de cointegração ou análise de causalidade o primeiro passo a dar é a escolha do número de defasagens a serem incluídas no modelo. No entanto, diferentes critérios de seleção de comprimento de defasagem geralmente levam a uma conclusão diferente sobre a ordem de defasagem ideal que deve ser usada. Em segundo lugar, como demonstrado no artigo, a escolha do comprimento do atraso pode afetar drasticamente os resultados da análise de cointegração.

Lütkepohl, (1993) evidenciou a sensibilidade dos modelos VAR em relação ao número de defasagens, salientando que a escolha de um comprimento excessivo pode aumentar os erros de previsão, enquanto uma especificação insuficiente pode resultar em termos de erro autocorrelacionados, comprometendo assim a eficiência dos estimadores do modelo VAR. Para mitigar esta questão, o autor destacou, entre os métodos clássicos de seleção do número de defasagens presentes na literatura, os critérios de informação de Akaike (AIC), de Schwarz (SIC) e de Hannan-Quinn (HQ) como ferramentas fundamentais para uma especificação adequada. Além destes critérios de seleção clássicos, é possível especificar o número de defasagens a incluir no modelo, por meio do FPE (Final Prediction Error) ou do teste LR (Likelihood Ratio).

Por fim, torna-se essencial verificar a presença de autocorrelação nos termos de erro de um modelo de regressão, uma vez que a sua dependência compromete a validade do modelo estimado. O exame da correlação dos termos de erro (ou resíduos) tem sido, há várias décadas, amplamente reconhecido como um passo indispensável para garantir a robustez e a adequação do modelo de regressão.

### 2.2.1. Testes de especificação/ajustamento do modelo VAR

Alguns dos procedimentos que podem ser utilizados para a determinação do número de defasagem que devem ser incluídos no modelo são os critérios de informação. Especificamente, o critério de informação de Akaike e Schwarz que fornece o número de lag que devem ser incluídos no modelo, de modo que o mesmo represente de forma adequada o modelo. Dessa forma, procuram estimar um número de termos ótimo a ser utilizados no processo de modelagem.

Sendo assim, o critério de informação proposto por Akaike tem exercido um impacto fundamental na resolução da problemática associada ao ajustamento de modelos estatísticos. Este critério sustenta que nenhum modelo estatístico consegue representar os dados de forma exata, pelo que parte da informação acaba inevitavelmente por se perder durante o processo. Nesse contexto, o critério AIC estima a quantidade relativa de informação perdida pelo modelo. Naturalmente, quanto menor for a informação perdida, maior será a qualidade do modelo e a sua capacidade explicativa em relação aos dados que representa. O AIC é calculado através da seguinte fórmula (Akaike, 1971, 1974):

$$AIC = (-2) \ln(\hat{L}) + 2k \quad (26)$$

Onde  $k$  corresponde ao número de parâmetros estimados no modelo e  $\hat{L}$  o valor máximo da função de verossimilhança para o modelo. O teste de razão de verossimilhança baseia-se na estatística LR. Essa estatística é calculada a partir dos valores  $(-2) \ln(\hat{L})$ . O critério FPE de Akaike constitui uma medida de qualidade e de ajuste do modelo. De acordo com a teoria de Akaike, o modelo mais preciso possuirá o menor FPE. A medida pode ser definida pela seguinte equação:

$$FPE = \det \left( \frac{1}{N} \sum_1^N e(t, \hat{\theta}_N) (e(t, \hat{\theta}_N))^T \right) \left( \frac{1 + d/N}{1 - d/N} \right) \quad (27)$$

Na equação FPE,  $N$  representa o número de valores que constitui o conjunto de dados da estimativa,  $e(t)$  corresponde ao vetor representativo dos erros de predição,  $\hat{\theta}_N$  representa os

parâmetros estimados e  $d$  o número de parâmetros estimados.

Outro critério de informação alternativo ao AIC, é o critério de informação introduzido por Hannan e Quinn, (1979), que pode ser expresso da seguinte forma:

$$HQ = (-2) \ln(\hat{L}) + 2k \ln \ln n \quad (28)$$

Onde  $k$  corresponde ao número de parâmetros estimados pelo modelo,  $n$  denota o número de observações, e  $L$  que corresponde à soma dos quadrados dos resíduos.

Por sua vez, o critério proposto por Schwarz, (1978) ou também designado critério de informação bayesiano é dado por:

$$SIC = (-2) \log f(x_n|\theta) + k \log n \quad (29)$$

Onde  $\log f(x_n|\theta)$  é representativo do modelo selecionado,  $k$  o número de parâmetros a serem estimados e  $n$  o número de observações da amostra.

### **2.2.2. Testes de Resíduos VAR**

É bastante comum, em séries temporais, observarmos dados autocorrelacionados, o que resulta na autocorrelação dos resíduos do modelo estimado. Consequentemente, esta autocorrelação põe em causa a validade e eficiência das previsões baseadas no modelo, previsões essas que constituem a base do projeto. Assim, será utilizado um teste amplamente reconhecido no âmbito econométrico para identificar a presença de autocorrelação, o teste de Durbin - Watson, (1950).

O teste de Multiplicador de Lagrange (ML) é o método utilizado para testar a presença de correlação serial nos resíduos proposto por Durbin - Watson, (1950). Todavia, em investigações, como a de Maddala e Wu, (1999), verifica-se que este teste apresenta diversas limitações, salientando-se o facto de apenas poder ser aplicado a processos autorregressivos de primeira ordem. Na atualidade, constitui prática comum a utilização do teste do Multiplicador

de Lagrange (LM), uma vez que, ao contrário do teste de Durbin e Watson, pode ser empregue para testar processos autorregressivos de qualquer ordem Godfrey, (2007).

O teste de LM estabelece a hipótese nula a inexistência de autocorreção dos resíduos até à ordem  $p$  (número de defasagens). Se a hipótese nula for verdadeira, ou seja, se verificar que não existe correlação dos resíduos até à defasagem de ordem  $p$ , então poderá afirmar-se que a distribuição dessa estatística converge assintoticamente para uma distribuição Qui-quadrado com  $p$  graus de liberdade.

O teste é dado por:

$$LM = (n - p)R_{\hat{\epsilon}}^2 \quad (30)$$

Considerando as seguintes hipóteses:

$$\begin{cases} H_0: \gamma_1 = \dots = \gamma_p = 0 \\ H_1: \gamma_j \neq 0 \end{cases} \quad (31)$$

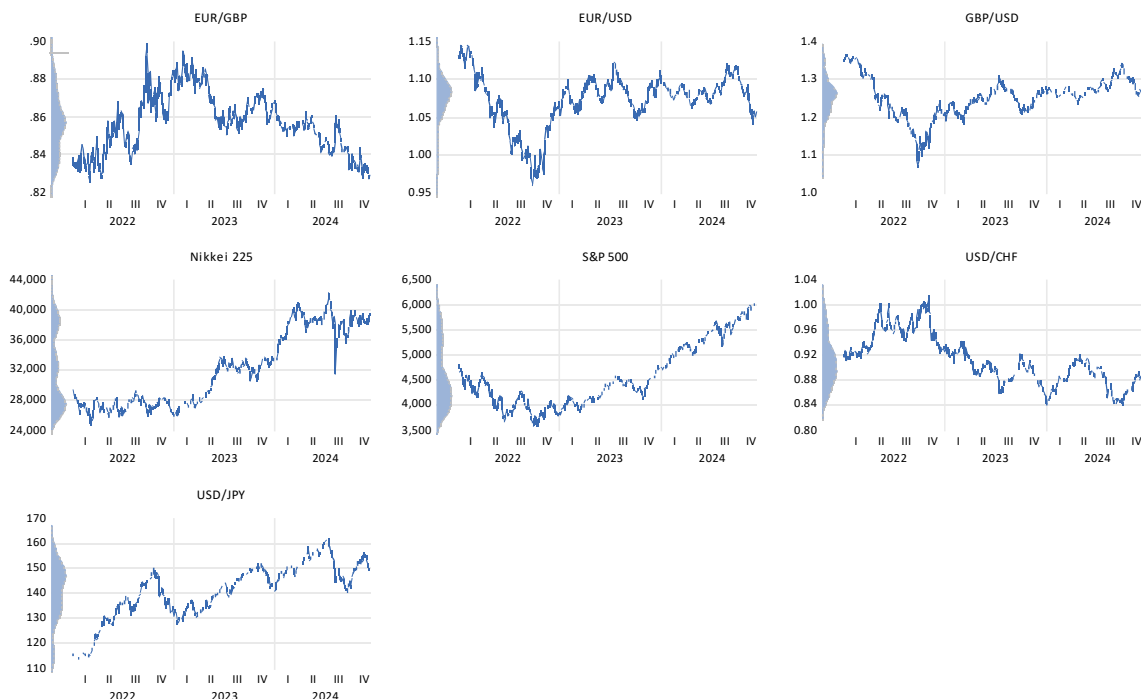
Onde  $R_{\hat{\epsilon}}^2$  corresponde ao coeficiente de determinação do ajuste para os resíduos em função dos seus valores e regressores defasados. O valor  $\gamma$  representará a probabilidade de erro ao afirmarmos que os termos de erro apresentam autocorreção de ordem  $p$ .

## Capítulo III: Resultados

### 1. Caracterização da amostra

Na figura 1 encontra-se representada graficamente a evolução, em níveis, das taxas de câmbio, como EUR/GBP, EUR/USD e GBP/USD, que apresentam flutuações moderadas sem tendências claras, refletindo influências de curto prazo e a políticas monetárias regionais. O par USD/JPY exibe uma valorização consistente do dólar, enquanto o USD/CHF mantém-se estável, caracterizando o franco suíço como ativo de seguro. Nos mercados de capitais, o S&P 500 e o NIKKEI 225 demonstraram tendências de alta, indicando recuperação económica e otimismo, mesmo com volatilidade ocasional. Assim, os mercados de ações mostram alguma resiliência, enquanto os câmbios permanecem sensíveis a eventos globais e fatores macroeconómicos.

**Figura 1:** Evolução, em níveis, dos mercados de capitais e às taxas de cambio em análise, no período de 3 de janeiro de 2022 a 6 de dezembro de 2024.



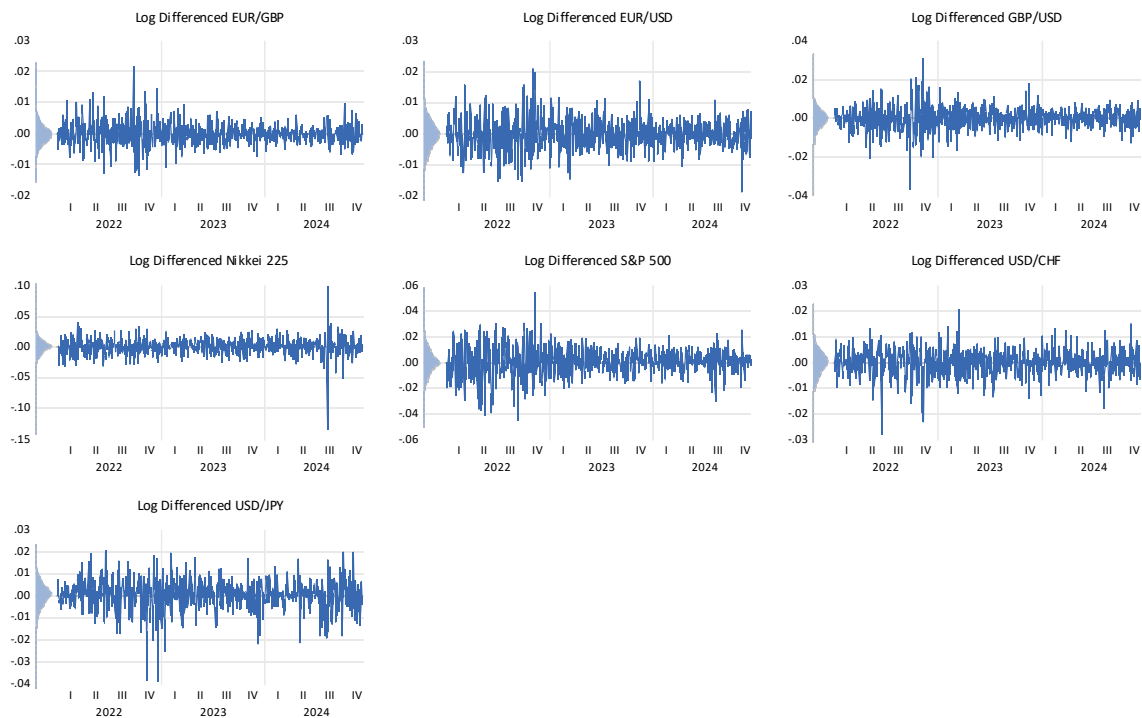
**Fonte:** Elaboração própria.

Na figura 2 podemos observar os retornos dos mercados de capitais dos EUA e do Japão, assim como das principais taxas de câmbios, no período de 3 de janeiro de 2022 a 6 de dezembro de 2024. Os retornos, representados pelas diferenças logarítmicas, mostram flutuações regulares concentradas em torno de zero, com picos ocasionais que indicam choques de volatilidade associados a eventos significativos, como mudanças nas políticas monetárias, eventos geopolíticos ou alterações económicas abruptas.

As taxas de câmbio, como os pares EUR/GBP, EUR/USD, GBP/USD, USD/CHF e USD/JPY, apresentam volatilidade moderada, na maior parte do tempo, mas com diferenças significativas. O par USD/JPY destaca-se com uma maior amplitude nos retornos, indicando que a taxa de câmbio do iene foi mais sensível a choques externos, possivelmente relacionados com a política monetária expansionista do Japão. Em contraste, o USD/CHF demonstram retornos mais estáveis, refletindo a característica do franco suíço como ativo de refúgio em momentos de incerteza.

Os mercados de capitais, NIKKEI 225 e o S&P 500 exibem flutuações regulares com picos ocasionais de volatilidade elevada. O S&P 500 mostra uma maior frequência de eventos extremos, possivelmente devido à sensibilidade do mercado americano às expectativas de taxas de juros e a eventos globais. O NIKKEI 225 apresenta retornos mais moderados, embora também registre períodos de maior volatilidade, destacando a influência de fatores externos no mercado japonês.

**Figura 2:** Evolução, em retornos, dos mercados de capitais e às taxas de cambio em análise, no período de 3 de janeiro de 2022 a 6 de dezembro de 2024.



Fonte: Elaboração própria.

## 2. Medidas de estatística descritiva

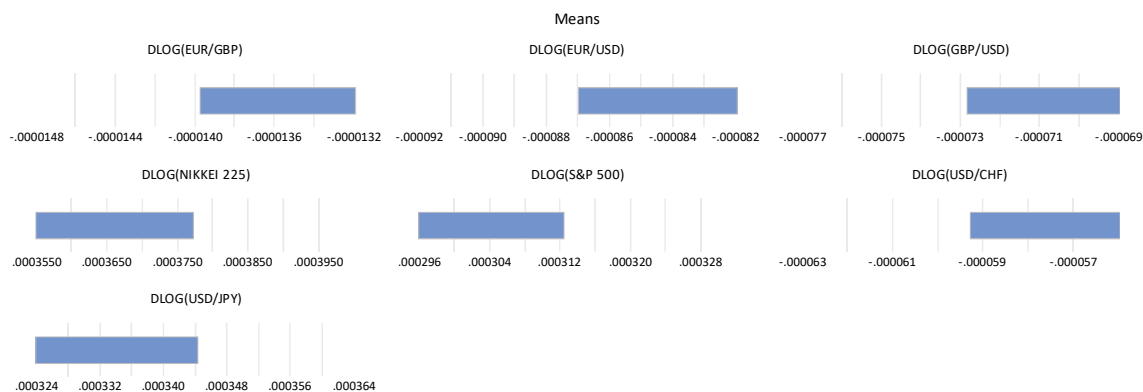
A fim de conhecer o comportamento das variáveis utilizadas no modelo que caracteriza a amostra no período de 3 de janeiro de 2022 a 6 de dezembro de 2024, utilizou-se a análise descritiva dos dados, em relação à média, desvio-padrão, assimetria e curtose.

Analisando os resultados da estatística descritiva para as variáveis em análise, na figura 3 podemos verificar os retornos médios que indicam o desempenho dos mercados de capitais, assim como das taxas de câmbio em análise. O par EUR/GBP apresenta um retorno ligeiramente negativo ( $-1.39e-05$ ), sugerindo uma leve desvalorização do euro em relação à libra, enquanto o EUR/USD ( $-8.69e-05$ ) reflete uma desvalorização mais acentuada do euro frente ao dólar, possivelmente devido à maior atratividade do dólar como ativo seguro. De forma semelhante, o GBP/USD ( $-7.27e-05$ ) demonstra que a libra também perdeu valor frente ao dólar, indicando um fortalecimento global do dólar ou incertezas económicas no Reino Unido. O índice NIKKEI 225 ( $0.0003768$ ) registra um retorno médio positivo, evidenciando um

bom desempenho do mercado de ações japonês, possivelmente impulsionado por políticas favoráveis ou otimismo dos investidores.

O S&P 500 (0.00031) também apresenta um desempenho positivo, refletindo a resiliência do mercado dos EUA e a confiança dos investidores. Por outro lado, o USD/CHF (-5.92e-05) mostra uma desvalorização do dólar face ao franco suíço, sugerindo preferência por este último como ativo de segurança em momentos de maior aversão ao risco. Por fim, o USD/JPY (0.000344) evidencia uma valorização do dólar frente ao iene, o que pode estar relacionado com políticas monetárias no Japão ou menor atratividade do iene. Estes retornos mostram um fortalecimento do dólar em geral, um desempenho misto nas moedas europeias e a confiança nos principais mercados de capitais (EUA e Japão).

**Figura 3:** Evolução dos retornos médios, respeitante aos mercados de capitais e às taxas de cambio em análise, no período de 3 de janeiro de 2022 a 6 de dezembro de 2024.



Fonte: Elaboração própria.

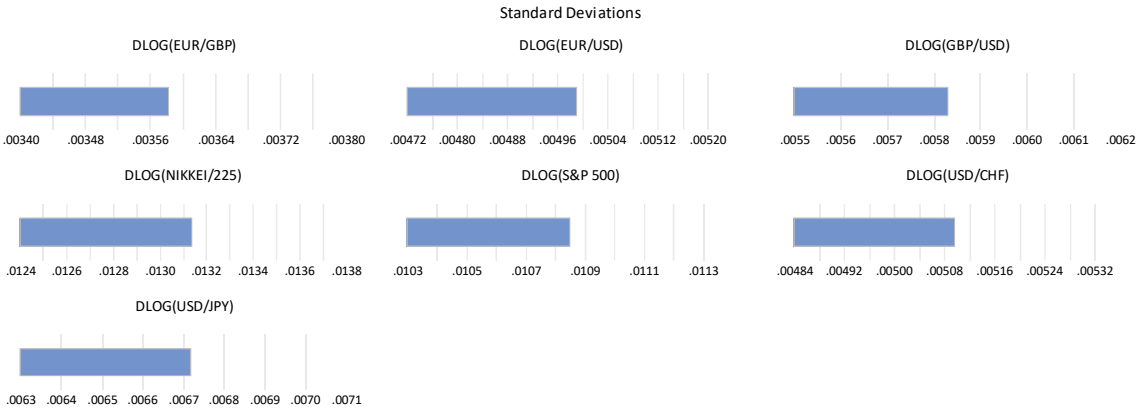
Na figura 4 podemos verificar os desvios-padrão dos mercados em análise. O par EUR/GBP tem um desvio padrão de 0.00358, sugerindo uma baixa volatilidade e, portanto, um menor risco associado à taxa de câmbio entre o euro e a libra. A taxa de câmbio EUR/USD, apresenta um desvio padrão de 0.00499, mostrando assim uma volatilidade moderada, refletindo oscilações ligeiramente maiores entre o euro e o dólar, mas ainda dentro de um intervalo relativamente estável. Já o par GBP/USD, apresenta um desvio-padrão de 0.00583, demonstrando uma volatilidade um pouco mais elevada, indicando maior risco na relação entre a libra e o dólar.

O mercado de capitais do Japão (NIKKEI 225), apresenta um desvio padrão de 0.01313, mostrando assim uma maior volatilidade entre os ativos analisados, o que reflete um mercado de ações com um risco associado, possivelmente devido à sua sensibilidade a fatores externos e internos. O mercado S&P 500, com um desvio padrão de 0.01084, evidencia uma menor volatilidade em relação ao NIKKEI, mas ainda assim indica um nível de risco significativo, sendo típico dos mercados de ações.

Nas taxas de câmbio restantes, o par USD/CHF apresenta um desvio padrão de 0.00509, sugerindo uma volatilidade moderada, enquanto o par USD/JPY, com 0.00671, demonstrando uma maior dispersão e risco em relação à média, indicando que o iene é relativamente mais volátil quando comparado com o dólar.

Em resumo, os ativos com maior desvio padrão, são o mercado NIKKEI 225 e o par de câmbios USD/JPY, evidenciando os que apresentam um maior risco para os investidores, enquanto o par EUR/GBP e o EUR/USD são os menos voláteis e, portanto, apresentam menor risco associado. Isso reflete a natureza menos estável dos mercados de ações em comparação com algumas taxas de câmbio.

**Figura 4:** Evolução dos desvios-padrão, respeitante aos mercados de capitais e às taxas de câmbio em análise, no período de 3 de janeiro de 2022 a 6 de dezembro de 2024.



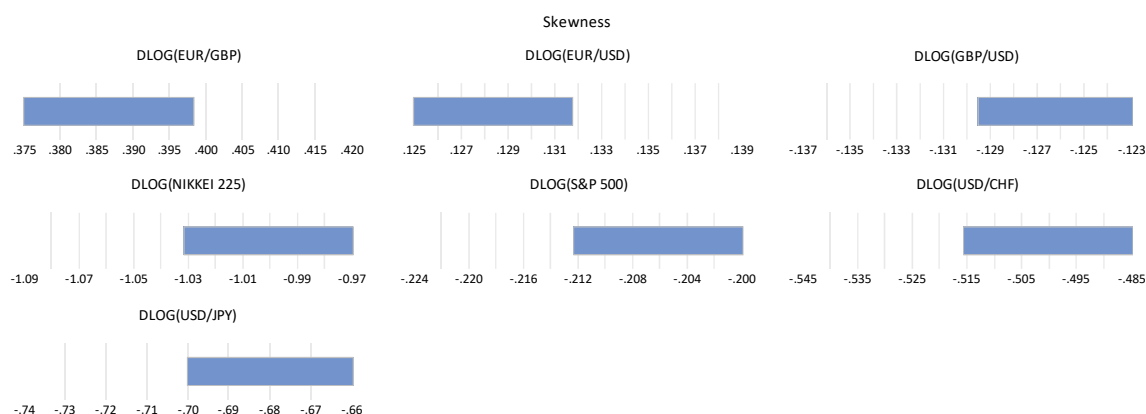
Fonte: Elaboração própria.

Na figura 5 podemos observar os gráficos da assimetria (skewness) que revelam informação sobre a simetria da distribuição dos retornos e suas implicações práticas para os investidores. O EUR/GBP, com assimetria positiva de 0.3986, apresenta uma distribuição inclinada para caudas mais longas no lado positivo, indicando maior probabilidade de retornos acima da média e sendo atrativo para investidores que procuram ganhos potenciais. O EUR/USD, com assimetria positiva ligeira de 0.1318, sugere uma distribuição quase simétrica, mas levemente inclinada para valores positivos, implicando menor risco de retornos negativos extremos e maior estabilidade. Por outro lado, o GBP/USD tem assimetria negativa de -0.1297, indicando uma leve inclinação para caudas mais longas no lado negativo, o que sugere maior risco de retornos abaixo da média em cenários adversos.

O NIKKEI 225, com forte assimetria negativa de -1.0319, reflete uma distribuição com maior probabilidade de retornos negativos extremos, indicando maior risco de perdas significativas no mercado japonês, o que pode ser desafiador para investidores avessos ao risco. O S&P 500, com assimetria negativa moderada de -0.2123, sugere uma leve inclinação para perdas abaixo da média, destacando um risco menor, mas ainda presente, de eventos adversos no mercado americano. O USD/CHF, com assimetria negativa de -0.5159, indica maior risco de retornos negativos extremos na relação dólar-franco suíço, refletindo seu papel como ativo de refúgio em momentos de aversão ao risco. Por fim, o USD/JPY, com assimetria negativa de -0.7004, apresenta maior probabilidade de perdas significativas, tornando esta taxa de câmbio menos previsível e mais arriscada.

Em termos práticos, ativos com assimetria positiva, como EUR/GBP e EUR/USD, são mais atrativos para investidores que procuram ganhos potenciais, enquanto aqueles com assimetrias negativas, como NIKKEI 225, S&P 500, USD/CHF e USD/JPY, sugerem maior exposição a perdas extremas. Assim, a assimetria deve ser considerada como um componente importante na gestão de risco e na diversificação de portfólios.

**Figura 5:** Evolução das assimetrias, respeitante aos mercados de capitais e às taxas de cambio em análise, no período de 3 de janeiro de 2022 a 6 de dezembro de 2024.



Fonte: Elaboração própria.

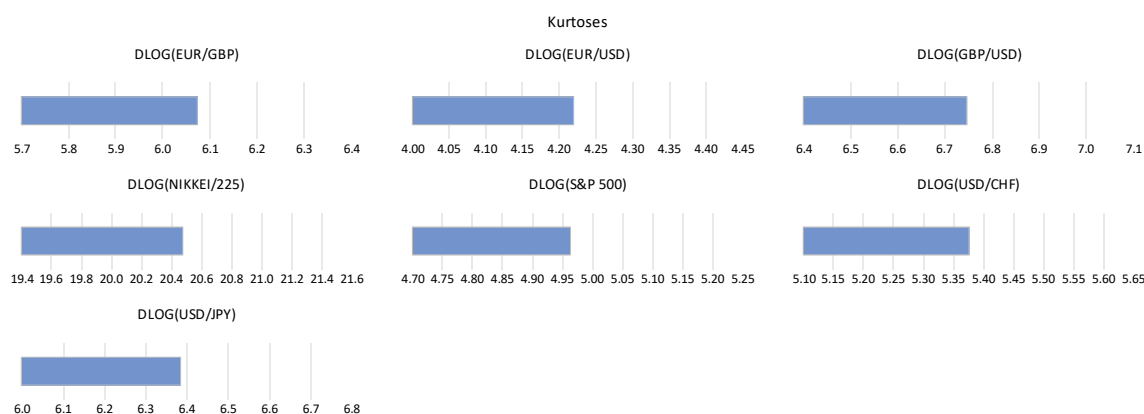
Na figura 6 podemos observar os resultados da análise das curtoses, que indicam a forma da distribuição dos retornos, especialmente a presença de caudas mais pesadas ou eventos extremos quando comparados a uma distribuição normal (curtose = 3). Os coeficientes acima de 3 indicam distribuições leptocúrticas, com caudas mais longas e uma maior frequência a eventos extremos, associados a um maior risco.

O par EUR/GBP apresenta uma curtose de 6.08 o que evidencia uma distribuição leptocúrtica, sugerindo uma maior ocorrência de eventos extremos, o que implica riscos adicionais para os investidores neste par cambial. O par EUR/USD, com curtose de 4.23, também é leptocúrtico, embora com menor intensidade, indicando caudas mais longas, mas com um menor risco relativo quando comparado ao EUR/GBP.

O par GBP/USD, apresenta um valor de 6.75, refletindo assim uma distribuição ainda mais leptocúrtica, indicando uma maior probabilidade de oscilações extremas, tornando-o um ativo com maior risco associado. O mercado do Japão (NIKKEI 225), com uma curtose extremamente elevada de 20.50, demonstra uma forte leptocurtose, mostrando uma elevada frequência de movimentos extremos no mercado de ações japonês, o que representa um risco significativo para os investidores.

Os mercados de capitais dos EUA (S&P 500), com uma curtose de 4.97, apresentam uma distribuição moderadamente leptocúrtica, refletindo a presença de eventos extremos, mas com menor intensidade quando comparado ao NIKKEI 225. O par USD/CHF, apresenta um valor de 5.38, mostrando assim um comportamento semelhante, com caudas longas e eventos extremos moderados. Por fim, o par USD/JPY, com uma curtose de 6.39, apresenta uma elevada leptocurtose, indicando uma maior frequência a movimentos extremos e um maior risco associado. Em termos práticos, todos os ativos analisados apresentam uma curtose acima de 3, indicando distribuições leptocúrticas e, portanto, uma maior frequência a eventos extremos do que o esperado numa distribuição normal. O mercado NIKKEI 225 destaca-se como o ativo de maior risco devido à curtose extremamente elevada.

**Figura 6:** Evolução dos curtoses, respeitante aos mercados de capitais e às taxas de cambio em análise, no período de 3 de janeiro de 2022 a 6 de dezembro de 2024.



Fonte: Elaboração própria.

Na tabela 3 podemos verificar os resultados dos testes realizados para avaliar a igualdade de variâncias entre as séries temporais. Para o feito utilizamos o teste de Bartlett, o teste de Levene (1960) e o teste de Brown and Forsythe (1974).

O teste de Bartlett, apresenta um valor estatístico de 74940.37 e um nível de significância de 1%, ou seja, rejeita a hipótese nula da igualdade das variâncias, indicando que estas não são homogêneas. O teste de Levene, menos sensível a desvios da normalidade, apresenta um valor estatístico de 2624.08 e um p-value de 0.0000, confirmando a rejeição da hipótese nula e

apontando diferenças significativas entre as variâncias. O teste de Brown-Forsythe, uma variação mais robusta do teste de Levene, também rejeita a hipótese de igualdade das variâncias, com um valor estatístico de 2427.74 e um p-value de 0.0000. Estes resultados indicam que as variâncias entre as séries analisadas são significativamente diferentes.

**Tabela 3:** Quadro resumo dos testes de variâncias, aplicados aos mercados em análise, no período de 3 de janeiro de 2022 a 6 de dezembro de 2024.

Método	df	Valor	Probabilidade
Bartlett	6	74940.37	0.0000
Levene	(6, 5348)	2624.08	0.0000
Brown-Forsythe	(6, 5348)	2427.74	0.0000

Categoria estatística				
Variáveis	Obs.	Desvio Padrão	Média Abs. Média Diff.	Média Abs. Mediana Diff.
EUR/GBP	765	0.0155	0.01251	0.0125
EUR/USD	765	0.0347	0.0255	0.0249
GBP/USD	765	0.0518	0.0393	0.0389
NIKKEI/225	765	4895.6315	4329.5412	4318.2767
S&P 500	765	635.5091	531.1716	509.9589
USD/CHF	765	0.0394	0.0319	0.0317
USD/JPY	765	11.1859	9.1027	8.9850
Todos	5355	11170.28	695.70	691.04

Fonte: Elaboração própria.

Note: Bartlett weighted standard deviation: 1865.905.

### 3. Análise da estacionariedade das variáveis

Antes da estimação do modelo é necessário aferir a estacionariedade das séries temporal. Para aplicação dos métodos econométricos que permitirão dar resposta às questões de investigação, foi necessário analisar a estacionariedade das séries temporais. Neste sentido, foram realizados os testes de raiz unitária em painel de Breitung (2000), Levin, Lin, and Chu (2002), Im et al. (2003), os quais postulam a mesma hipótese nula (presença de raízes unitárias). Com o intuito de dar robustecer aos resultados, serão ainda estimados os testes de Dickey and Fuller (1981) e Phillips and Perron (1988) com transformação Qui-quadrado de Fisher e pelos testes de raiz unitária de Choi (2001).

Com base nos resultados dos teste ilustrado na tabela 4, constata-se que as séries temporais analisadas são estacionárias. No caso da hipótese nula de raiz unitária comum, o teste de Levin, Lin, and Chu (2002) apresentam um valor estatístico de -46.64, com um nível de significância de 1%. O teste de de Breitung (2000) com um valor estatístico de -17.15 e um p-value de 0.0000, também rejeita a hipótese da não estacionariedade, concluindo que as séries são estacionárias. Para a hipótese nula de raiz unitária individual, o teste Im et al. (2003), apresenta um valor estatístico de -36.29 com uma significância de 1%, enquanto os testes ADF - Fisher Chi-square e o PP - Fisher Chi-square, apresentam valores estatísticos de 916.98 e 1843.73, respetivamente, e p-values de 0.0000, no qual validam a rejeição da hipótese de raiz unitária, indicando estacionariedade nas séries individuais. Estes resultados demonstram que as séries não possuem, na sua maioria, uma tendência de longo prazo e apresentam flutuações constantes em torno da média ao longo do tempo. Em termos práticos este requisito é fundamental para garantir a validade de modelos econométricos, como análises de cointegração ou VAR, que requerem a estacionariedade nas séries temporais para evitar resultados espúrios.

**Tabela 4:** Quadro resumo dos testes raízes unitárias, aplicados aos mercados em análise, no período de 3 de janeiro de 2022 a 6 de dezembro de 2024.

Método	Estatística	Prob.**	Cross-Sections	Obs
<b>Null: Unit root (assumes common unit root process)</b>				
Levin, Lin & Chu t*	-46.64	0.0000	7	5313
Breitung t-stat	-17.15	0.0000	7	5306
<b>Null: Unit root (assumes individual unit root process)</b>				
Im, Pesaran and Shin W-stat	-36.29	0.0000	7	5313
ADF - Fisher Chi-square	916.98	0.0000	7	5313
PP - Fisher Chi-square	1843.73	0.0000	7	5313

Fonte: Elaboração própria.

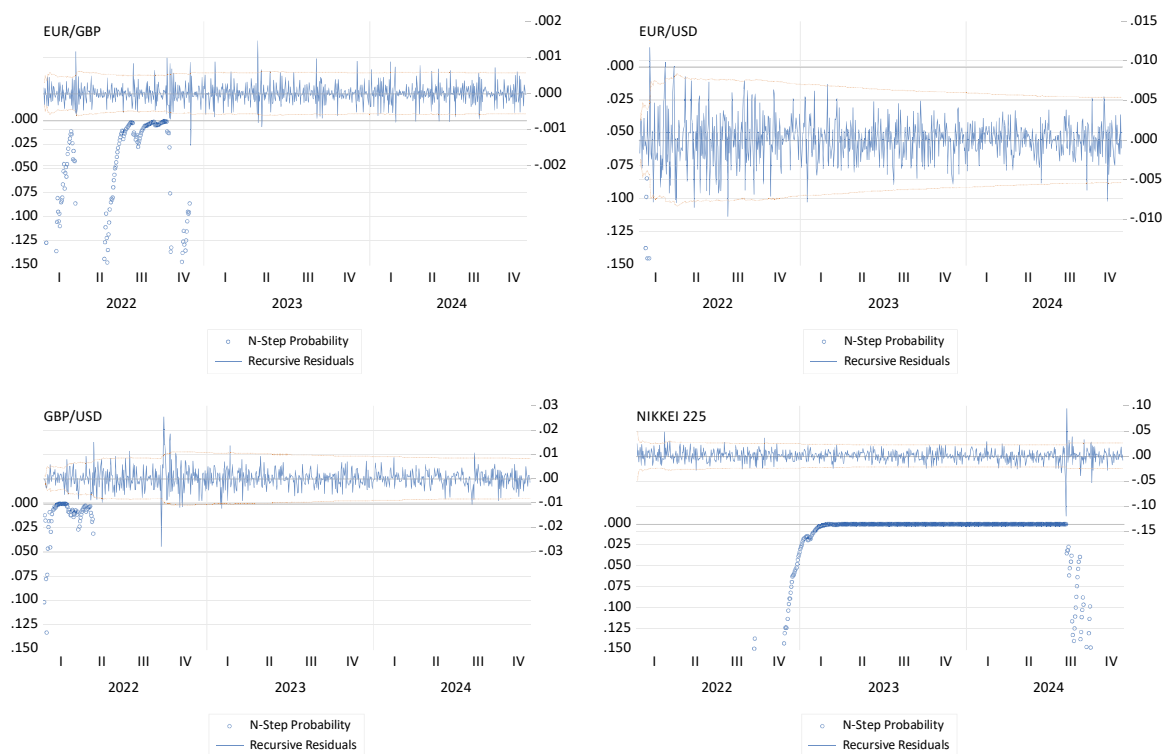
Note: \*\* Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi-square distribution. All other tests assume asymptotic normality

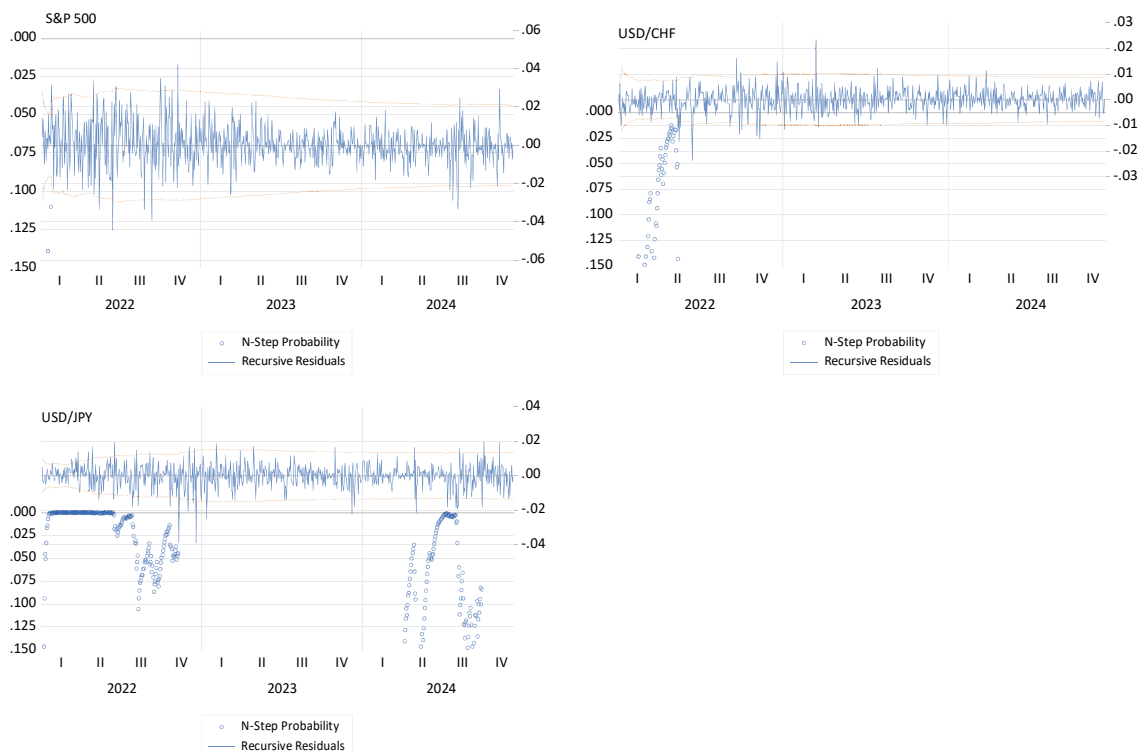
Na figura 7 são apresentados os testes de estabilidade aplicados aos resíduos do modelo, permitindo uma análise detalhada da consistência dos mesmos ao longo do tempo. A observação da linha de probabilidade de 95% revela várias violações ao longo do período analisado, indicando momentos em que os resíduos ultrapassaram os limites estatisticamente esperados.

Este comportamento reflete a extrema volatilidade que caracterizou os mercados durante o período em análise, sugerindo uma resposta intensa a eventos específicos e/ou alterações significativas nas condições de mercado. Além disso, essas violações sinalizam a ocorrência de quebras estruturais relevantes, que podem estar associadas a choques económicos, políticos ou outros fatores exógenos que impactaram significativamente a dinâmica dos mercados.

A presença destas quebras estruturais implica que os mercados não operaram sob condições normais ou previsíveis durante todo o período, reforçando a necessidade de modelos que considerem a heterogeneidade e as mudanças abruptas na estrutura dos dados para uma análise mais robusta e precisa.

**Figura 7:** Testes de estabilidade aplicado aos resíduos, respeitante aos mercados de capitais e às taxas de cambio em análise, no período de 3 de janeiro de 2022 a 6 de dezembro de 2024.





Fonte: Elaboração própria.

Perante os resultados da tabela 5, os testes realizados para verificar a presença de tendência na série EUR/GBP indicam, na sua maioria, a ausência de uma tendência significativa. Os resultados do Trend t-stat (Linear) apresentaram um valor estatístico de -0.9466, com p-values de 0.3441 (analítico) e 0.3404 (bootstrap), indicando que não há evidência estatística para rejeitar a hipótese nula de ausência de tendência linear. O teste Squared-trend F-stat (Quadratic) apresentou um valor estatístico de 0.4518, com p-values de 0.6366 (analítico) e 0.6318 (bootstrap), reforçando a ausência de evidência de tendência quadrática. O Mann-Kendall (Monotónicas) apresentou um valor estatístico de -0.0222, com p-values de 0.3566 (analítico) e 0.3585 (bootstrap), também indicando ausência de tendência monotónica. O Cox-Stuart (Monotónicas): O valor estatístico foi de 0.9393, com p-values de 0.3475 (analítico) e 0.3133 (bootstrap), confirmou a ausência de tendência monotónicas. Por outro lado, WAVK (Any Form): O valor estatístico foi -1.7427, com p-values de 0.0813 (analítico) e 0.0351 (bootstrap). Embora o p-value analítico não seja significativo ao nível de 5%, o p-value obtido pelo bootstrap sugere uma possível evidência marginal de tendência.

**Tabela 5:** Teste de tendências, aplicado ao par EUR/GBP, no período de 3 de janeiro de 2022 a 6 de dezembro de 2024.

Teste	Alternativa	Estatística	Probabilidade analítica	Probabilidade de Bootstrap
Estatística t de tendência	Linear	-0.9466	0.3441	0.3404
Tendência quadrada F-stat	Quadrático	0.4518	0.6366	0.6318
Mann-Kendall	Monotónicas	-0.0222	0.3566	0.3585
Cox-Stuart	Monotónicas	0.9393	0.3475	0.3133
WAVK	Qualquer forma	-1.7427	0.0813	0.0351

Fonte: Elaboração própria.

A tabela 6 apresenta a análise dos testes de tendências aplicados ao par EUR/USD, no período de 3 de janeiro de 2022 a 6 de dezembro de 2024 este não identificou evidências significativas de tendência na série de tempo. Os resultados demonstraram que, tanto as tendências lineares, quadráticas, monotónicas ou de qualquer outra forma, os valores das probabilidades associadas aos testes ultrapassam os níveis críticos convencionais, indicando que não há uma direção consistente nos movimentos da taxa de câmbio (vide tabela 6)

O teste Trend t-stat, que avalia a presença de uma tendência linear, apresentou uma estatística de 0.4692 com probabilidades analítica e bootstrap de 0.6390 e 0.6494, respetivamente, sugerindo que não existe uma tendência linear significativa. Da mesma forma, o Squared-trend F-stat, que examinou uma possível tendência quadrática, obteve uma estatística de 1.2358 e probabilidades analítica e bootstrap de 0.2912 e 0.2941, eliminando assim a presença de tal padrão.

Os testes de tendências monotónicas, como o de Mann-Kendall e o Cox-Stuart, também confirmaram a ausência de uma direção consistente na série. O Mann-Kendall apresentou uma estatística de 0.0133 com probabilidades acima de 0.57, enquanto o Cox-Stuart revelou probabilidades próximas de 0.95, indicando que não houve uma tendência monotónica ao longo do período analisado.

Por fim, o teste WAVK, que avaliou a presença de qualquer tipo de tendência, apresentou uma estatística de -0.2080 com probabilidades analítica e bootstrap de 0.8351 e 0.8355, respectivamente, reforçando a conclusão de que não existiu uma evolução estrutural significativa na série temporal.

Desta forma, os resultados sugerem que os movimentos do par EUR/USD durante o período foram amplamente fatores aleatórios e de curto prazo, sem uma direção influente ou padrão estruturado.

**Tabela 6:** Teste de tendências, aplicado ao par EUR/USD, no período de 3 de janeiro de 2022 a 6 de dezembro de 2024.

Teste	Alternativa	Estatística	Probabilidade analítica	Probabilidade de Bootstrap
Estatística t de tendência	Linear	0.4692	0.6390	0.6494
Tendência quadrada F-stat	Quadrático	1.2358	0.2912	0.2941
Mann-Kendall	Monotônicas	0.0133	0.5799	0.5864
Cox-Stuart	Monotônicas	0.0626	0.9500	0.8837
WAVK	Qualquer forma	-0.2080	0.8351	0.8355

Fonte: Elaboração própria.

Na tabela 7 podemos verificar os resultados da análise dos testes de tendências aplicados ao par GBP/USD, no período de 3 de janeiro de 2022 a 6 de dezembro de 2024, que revelou uma ausência de tendências significativas na série temporal. Os resultados indicam que, independentemente da forma testada (linear, quadrática, monotônica ou entre outras), não houve uma evolução estrutural consistente na taxa de câmbio durante o período analisado.

O teste Trend t-stat, que avalia a presença de uma tendência linear, apresentou uma estatística de 0.9834 com probabilidades analítica e bootstrap de 0.3255 e 0.3221, respectivamente, sugerindo a ausência de uma tendência linear significativa. De forma semelhante, o Squared-trend F-stat, que examina a existência de uma tendência quadrática, apresentou uma estatística de 1.2359 e probabilidades de 0.2912 (analítica) e 0.3012 (bootstrap), descartando assim este tipo de padrão.

Nos testes voltados para tendências monotônicas, o Mann-Kendall revelou uma estatística de 0.0250 e probabilidades próximas de 0.30, reforçando a ausência de uma direção monotônica clara na série. O Cox-Stuart, embora tenha apresentado probabilidades ligeiramente mais baixas (0.1174 analítica e 0.0987 bootstrap), ainda não foi capaz de rejeitar a hipótese nula de ausência de tendência, indicando que a série não apresentou um padrão monotônico significativo.

Por fim, o teste WAVK, que avalia a presença de qualquer forma de tendência, apresentou uma estatística de -0.3751 com probabilidades analítica e bootstrap de 0.7075 e 0.7105, confirmando a ausência de uma evolução estrutural significativa.

Estes resultados sugerem que os movimentos do par GBP/USD no período analisado foram amplamente influenciados por fatores aleatórios e de curto prazo, sem uma direção predominante ou padrão estruturado. A ausência de tendências estatisticamente significativas reflete a volatilidade inerente ao mercado de câmbio, destacando a falta de uma trajetória consistente ou previsível para o par no horizonte temporal estudado.

**Tabela 7:** Teste de tendências, aplicado ao par GBP/USD, no período de 3 de janeiro de 2022 a 6 de dezembro de 2024.

Teste	Alternativa	Estatística	Probabilidade analítica	Probabilidade de Bootstrap
Estatística t de tendência	Linear	0.9834	-0.3751	0.3221
Tendência quadrada F-stat	Quadrático	1.2359	0.2912	0.3012
Mann-Kendall	Monotônicas	0.0250	0.2993	0.2986
Cox-Stuart	Monotônicas	1.5654	0.1174	0.0987
WAVK	Qualquer forma	-0.3751	0.7075	0.7105

Fonte: Elaboração própria.

A análise dos testes de tendências aplicados ao índice NIKKEI 225, que representa o mercado de capitais do Japão no período de 3 de janeiro de 2022 a 6 de dezembro de 2024, revela que não há evidências de tendências estatisticamente significativas na série (vide tabela 8).

O teste Trend t-stat, com uma estatística de 0.6644 e probabilidades analítica e bootstrap de 0.5065 e 0.5055, não apontam a presença de uma tendência linear. Da mesma forma, o Squared-

trend F-stat, que avalia uma possível tendência quadrática, apresentou uma estatística de 0.9148 e probabilidades de 0.4009 e 0.4054, eliminando também este tipo de tendência.

Os testes que identificam tendências monotônicas, como o Mann-Kendall e o Cox-Stuart, confirmaram a ausência de direção consistente na série. O Mann-Kendall obteve uma estatística de 0.0207 e probabilidades de 0.3908 e 0.3920, enquanto o Cox-Stuart apresentou uma estatística de 0.8140, com probabilidades de 0.4155 e 0.3692, ambas acima dos níveis críticos de significância.

O teste WAVK, que avalia qualquer forma de tendência, apresentou uma estatística de -1.3725 e probabilidades de 0.1698 e 0.1056, sendo o único a sugerir um leve indício de tendência, mas sem significância estatística suficiente para rejeitar a hipótese nula.

Os resultados globais indicam que o índice NIKKEI 225 não apresentou uma evolução estrutural consistente durante o período analisado. A ausência de evidências de tendências lineares, quadráticas, monotônicas ou gerais sugere que o mercado de capitais japonês foi amplamente dominado por flutuações aleatórias e de curto prazo, sem direção predominante ou padrão previsível. Essa dinâmica reflete a volatilidade característica do mercado e destaca a influência de fatores circunstanciais e temporais sobre os movimentos do índice.

**Tabela 8:** Teste de tendências, aplicado ao mercado de capitais do Japão (NIKKEI 225), no período de 3 de janeiro de 2022 a 6 de dezembro de 2024.

<b>Teste</b>	<b>Alternativa</b>	<b>Estatística</b>	<b>Probabilidade analítica</b>	<b>Probabilidade de Bootstrap</b>
Estatística t de tendência	Linear	0.6644	0.5065	0.5055
Tendência quadrada F-stat	Quadrático	0.9148	0.4009	0.4054
Mann-Kendall	Monotônicas	0.0207	0.3908	0.3920
Cox-Stuart	Monotônicas	0.8140	0.4155	0.3692
WAVK	Qualquer forma	-1.3725	0.1698	0.1056

Fonte: Elaboração própria.

Na tabela 9 podemos encontrar os resultados dos testes de tendência no mercado de capitais S&P 500 que indicam existir uma tendência linear significativa, com um valor estatístico t de 2.0408 e p-valores de 0.0416 (analítico) e 0.0422 (bootstrap). Também há uma tendência quadrática marginalmente significativa, com uma estatística F de 2.6139 e p-valores de 0.0738 (analítico) e 0.0765 (bootstrap). O teste Mann-Kendall aponta para uma tendência monotônica significativa, com um valor estatístico de 0.0601 e p-valores de 0.0128 (analítico) e 0.0116 (bootstrap). Por outro lado, o teste Cox-Stuart, apresenta um valor de 1.3150 e p-valores de 0.1884 (analítico) e 0.1601 (bootstrap), mostrando que não existe uma tendência monotônica significativa. Da mesma forma, o teste WAVK, com um estatístico de -1.0290 e p-valores de 0.3034 (analítico) e 0.2576 (bootstrap), não evidencia uma tendência geral. Assim, conclui-se que há uma tendência linear e monotônica significativa na série temporal, com uma evidência fraca de tendência quadrática, enquanto as formas mais gerais de tendência não são evidentes.

**Tabela 9:** Teste de tendências, aplicado ao mercado de capitais dos EUA, no período de 3 de janeiro de 2022 a 6 de dezembro de 2024.

Teste	Alternativa	Estatística	Probabilidade analítica	Probabilidade de Bootstrap
Estatística t de tendência	Linear	2.0408	0.0416	0.0422
Tendência quadrada F-stat	Quadrático	2.6139	0.0738	0.0765
Mann-Kendall	Monotônicas	0.0601	0.0128	0.0116
Cox-Stuart	Monotônicas	1.3150	0.1884	0.1601
WAVK	Qualquer forma	-1.0290	0.3034	0.2576

Fonte: Elaboração própria.

Os resultados dos testes de tendência na série temporal USD/CHF indicam que não há evidência significativa de tendência em nenhuma das formas testadas, cujo resultado estatístico se encontra na tabela 10. O teste de tendência linear (Trend t-stat) apresenta uma estatística de -0.3298 com p-valores de 0.7416 (analítico) e 0.7399 (bootstrap), indicando ausência de uma tendência linear. O teste de tendência quadrática (Squared-trend F-stat) apresenta um coeficiente de 0.6320 e p-valores de 0.5317 (analítico) e 0.5324 (bootstrap), sugerindo que não há evidência de tendência quadrática. O teste Mann-Kendall, que avalia tendências monotônicas, apresenta um valor estatístico de -0.0301 com p-valores de 0.2114 (analítico) e 0.2093 (bootstrap), indicando que a série não exibe uma tendência monotônica significativa. O teste

Cox-Stuart, também para tendências monotônicas, apresenta valores de 1.0645 com p-valores de 0.2870 (analítico) e 0.2514 (bootstrap), reforçando a ausência de tendências monotônicas. Por fim, o teste WAVK, que avalia tendências de qualquer forma, apresenta um coeficiente estatístico de -0.5925 com p-valores de 0.5538 (analítico) e 0.5489 (bootstrap), mostrando que não há evidência de tendência geral na série. Em resumo, os resultados sugerem que a série USD/CHF não contém nenhuma tendência significativa, seja linear, quadrática, monotônica ou de outra forma.

**Tabela 10:** Teste de tendências, aplicado ao par USD/CHF, no período de 3 de janeiro de 2022 a 6 de dezembro de 2024.

Teste	Alternativa	Estatística	Probabilidade analítica	Probabilidade de Bootstrap
Estatística t de tendência	Linear	-0.3298	0.7416	0.7399
Tendência quadrada F-stat	Quadrático	0.6320	0.5317	0.5324
Mann-Kendall	Monotônicas	-0.0301	0.2114	0.2093
Cox-Stuart	Monotônicas	1.0645	0.2870	0.2514
WAVK	Qualquer forma	-0.5925	0.5538	0.5489

Fonte: Elaboração própria.

A tabela 11 apresenta os testes de tendência na série USD/JPY indicam que não à evidências significativas de tendências em nenhuma das formas analisadas. O teste linear apresentou um valor estatístico de -1.2197 com p-valores de 0.2229 (analítico) e 0.2170 (bootstrap), indicando ausência de uma tendência linear. O teste quadrático obteve um coeficiente de 0.8004 com p-valores de 0.4495 (analítico) e 0.4526 (bootstrap), sugerindo que não há tendência quadrática. Os testes Mann-Kendall e Cox-Stuart, com estatísticos de -0.0312 e 0.8140, respectivamente, também não identificaram tendências monotônicas, com p-valores acima de 0.19. Por fim, o teste WAVK, com um coeficiente de 0.5579 e p-valores de 0.5768 (analítico) e 0.5735 (bootstrap), confirmaram a ausência de uma tendência geral na série temporal. Assim, conclui-se que a série USD/JPY não apresenta uma tendência significativa em nenhuma das formas analisadas.

**Tabela 11:** Teste de tendências, aplicado ao par USD/JPY, no período de 3 de janeiro de 2022 a 6 de dezembro de 2024.

Teste	Alternativa	Estatística	Probabilidade analítica	Probabilidade de Bootstrap
Estatística t de tendência	Linear	-1.2197	0.2229	0.2170
Tendência quadrada F-stat	Quadrático	0.8004	0.4495	0.4526
Mann-Kendall	Monotónicas	-0.0312	0.1952	0.1936
Cox-Stuart	Monotónicas	0.8140	0.4155	0.3562
WAVK	Qualquer forma	0.5579	0.5768	0.5735

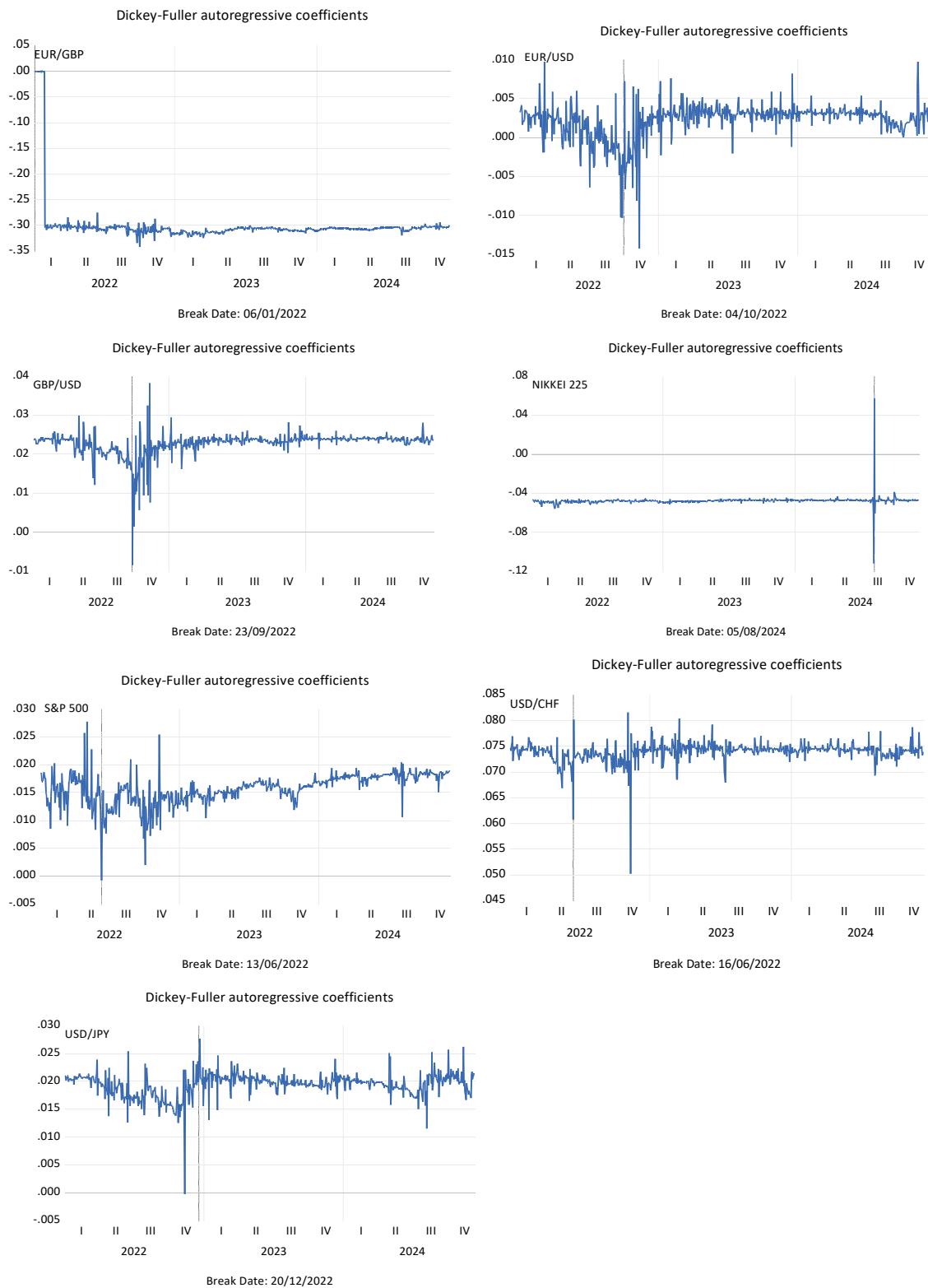
Fonte: Elaboração própria.

Os resultados das quebras de estrutura, identificados na figura 8, revelam momentos significativos de instabilidade nos mercados cambiais e nos mercados de capitais durante o período analisado, de 3 de janeiro de 2022 a 6 de dezembro de 2024. Através do teste Clemente et al., (1998b), observou-se que várias taxas de câmbio apresentaram quebras de estrutura em 2022. O par EUR/GBP registou uma quebra de estrutura em 6 de janeiro de 2022, o USD/CHF em 16 de junho de 2022, seguido pelo GBP/USD a 23 de setembro de 2022, o EUR/USD em 4 de outubro de 2022, e o USD/JPY em 20 de dezembro de 2022.

Além disso, o mercado de capitais dos EUA, representado pelo índice S&P 500, apresentou uma quebra de estrutura em 13 de junho de 2022, destacando um período de instabilidade significativa no mercado norte-americano. Por outro lado, o índice japonês NIKKEI 225 exibiu uma quebra mais tardia, ocorrendo apenas em 5 de agosto de 2024, possivelmente refletindo fatores económicos ou políticos específicos ao contexto japonês.

Estas quebras de estrutura evidenciam períodos de disrupção nos mercados analisados, sugerindo a influência de eventos globais ou regionais que impactaram tanto as taxas de câmbio como os mercados de capitais. As datas específicas das quebras oferecem insights sobre momentos de transição ou choque, que podem estar associados a fatores como políticas monetárias, tensões geopolíticas ou crises económicas. A análise destas quebras é essencial para compreender a dinâmica e os fatores subjacentes à volatilidade durante o período em estudo.

**Figura 8:** Testes de quebras de estrutura, aplicados aos mercados de capitais e às taxas de cambio em análise, no período de 3 de janeiro de 2022 a 6 de dezembro de 2024.



Fonte: Elaboração própria.

#### **4. VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests**

Para determinar as relações de causalidade entre os pares de mercados e as taxas de câmbio em análise, utilizou-se o modelo VAR para a escolha do melhor número de defasamento para estimação da causalidade de Granger. Posto isto, os resultados apresentados na tabela 12, referentes ao teste VAR Lag Order Selection Criteria, fornecem uma análise detalhada sobre o defasamento ótimo para modelar a relação entre os mercados de capitais e as taxas de câmbio, no período de 3 de janeiro de 2022 a 6 de dezembro de 2024. Este teste, aplicado para determinar o número ideal de defasamentos (lags) no modelo VAR, é crucial para capturar as interações dinâmicas entre as variáveis em análise.

Com base nos critérios de informação utilizados, nomeadamente o LR (Likelihood Ratio), o FPE (Final Prediction Error) e o AIC (Akaike Information Criterion), foi identificado que o defasamento de 5 dias é o mais adequado para representar a dinâmica das séries temporais analisadas. Cada um destes critérios é projetado para minimizar o erro de previsão e melhorar a qualidade do ajuste do modelo, considerando tanto a complexidade quanto a precisão do modelo.

A indicação consistente do defasamento 5 por múltiplos critérios sugere que este período temporal é suficiente para capturar os efeitos de curto prazo das interações entre os mercados de capitais e as taxas de câmbio. Este resultado é particularmente relevante em contextos financeiros, onde os eventos recentes frequentemente exercem uma influência significativa sobre os movimentos de preços e taxas.

Assim, o defasamento de 5 dias pode ser interpretado como uma janela temporal ideal para modelar as relações dinâmicas entre as variáveis, permitindo que o modelo VAR capture tanto os impactos diretos como os ajustamentos subsequentes nos mercados analisados. Estes resultados oferecem uma base sólida para análises preditivas e para a compreensão das relações entre os mercados financeiros e as taxas câmbios durante o período em questão.

**Tabela 12:** Teste de VAR Lag Order Selection Criteria, aplicado aos mercados de capitais e às taxas de câmbios em análise, no período de 3 de janeiro de 2022 a 6 de dezembro de 2024.

VAR Lag Order Selection Criteria						
Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	21901.75	NA	1.53e-34	-57.99936	-57.95647	-57.98284
1	22154.15	499.4344	8.91e-35	-58.53815	-58.19497*	-58.40596
2	22263.83	215.0148	7.59e-35	-58.69891	-58.05546	-58.45105*
3	22305.86	81.60514	7.73e-35	-58.68044	-57.73671	-58.31691
4	22365.66	115.0127	7.51e-35	-58.70905	-57.46505	-58.22986
5	22416.64	<b>97.08973*</b>	<b>7.47e-35*</b>	<b>-58.71429*</b>	-57.17001	-58.11943
6	22451.01	64.81187	7.77e-35	-58.67551	-56.83096	-57.96499
7	22483.89	61.41436	8.12e-35	-58.63283	-56.48799	-57.80663
8	22517.98	63.03763	8.45e-35	-58.59334	-56.14822	-57.65147
9	22552.09	62.43838	8.80e-35	-58.55389	-55.80850	-57.49637
10	22580.48	51.44207	9.30e-35	-58.49930	-55.45363	-57.32610

Fonte: Elaboração própria.

Nota: \* indica a ordem de defasagem selecionada pelo critério. LR refere-se ao teste sequencial modificado da estatística LR (realizado a um nível de significância de 5%). FPE representa o erro final de previsão, enquanto AIC, SC e HQ correspondem, respetivamente, ao critério de informação de Akaike, ao critério de informação de Schwarz e ao critério de informação de Hannan-Quinn.

Posteriormente para avaliar se o modelo estimado é o mais adequado, estimou-se o teste autocorrelação dos resíduos, designadamente, o VAR Residual Serial Correlation LM Tests, fornecem uma análise crítica sobre a adequação do modelo VAR aplicado aos mercados de capitais e às taxas de câmbio, no período de 3 de janeiro de 2022 a 6 de dezembro de 2024. Este teste é essencial para verificar se os resíduos do modelo apresentam autocorrelação, uma condição essencial para uma correta estimativa do modelo econométrico. Este teste postula como hipótese nula a inexistência de autocorrelação de resíduos.

Inicialmente, o teste LM apresentado na tabela 13 indicou a presença de autocorrelação nos resíduos do modelo VAR, sugerindo que o desfasamento originalmente utilizado (5 dias) não era suficiente para capturar adequadamente as dinâmicas entre as variáveis em análise. Para resolver este problema, o desfasamento foi ajustado para 8, garantindo uma melhor captura das relações temporais entre os mercados de capitais e as taxas de câmbio. Em seguida, aplicou-se o teste LM ao modelo ajustado, agora com um desfasamento de 9, o que demonstrou a ausência de autocorrelação nos resíduos, confirmando que o modelo ajustado era estatisticamente adequado.

Este procedimento evidencia a importância de ajustar os desfasamentos em análises das séries temporais para garantir que o modelo VAR captura corretamente as interações dinâmicas entre as variáveis sem introduzir viés ou dependências espúrias nos resíduos. A eliminação da autocorrelação fortalece a robustez do modelo, permitindo que os resultados das análises subsequentes sejam mais confiáveis. Assim, o ajuste do desfasamento para 8, seguido da validação com o teste LM a 9, garante que o modelo VAR seja adequado para explorar as relações entre os mercados de capitais e as taxas de câmbio durante o período estudado.

**Tabela 13:** Teste de VAR Residual Serial Correlation LM, aplicado aos mercados de capitais e às taxas de câmbios em análise, no período de 3 de janeiro de 2022 a 6 de dezembro de 2024.

VAR Residual Serial Correlation LM Tests						
Lag	LRE* stat	df	Prob.	Rao F-stat	Df	Prob.
1	49.1599	49	0.4667	1.0035	(49, 3492.2)	0.4666
2	41.6455	49	0.7628	0.8492	(49, 3492.2)	0.7628
3	55.2676	49	0.2499	1.1292	(49, 3492.2)	0.2499
4	60.5016	49	0.1255	1.2373	(49, 3492.2)	0.1255
5	76.0912	49	0.0078	1.5593	(49, 3492.2)	0.0078
6	58.5427	49	0.1650	1.1967	(49, 3492.2)	0.16504
7	56.0112	49	0.2285	1.1445	(49, 3492.2)	0.2285
8	63.0641	49	0.0853	1.2899	(49, 3492.2)	0.0854
9	55.1072	49	0.2547	1.1259	(49, 3492.2)	0.2547

Fonte: Elaboração própria.

Depois a estimação do VAR Lag Order Selection Criteria para a especificação do melhor número de desfasamento e a estimação do VAR Residual Serial Correlation LM Tests para avaliar se o número de desfasamento estimado é o mais adequado para a qual o modelo iria ser estimado, no caso será 9, foi estimado o teste de Pairwise Granger Causality.

Sendo assim os resultados obtidos por meio da aplicação deste teste para os mercados e as taxas de câmbio constam na tabela 14, os resultados evidenciam uma significativa interdependência entre as taxas de câmbio e os mercados de capitais, no período de 3 de janeiro de 2022 a 6 de dezembro de 2024, indicando a presença de spillovers de volatilidade. Foi identificado que o índice Nikkei 225 influencia a formação de preços do par EUR/GBP, enquanto o EUR/GBP também impacta o Nikkei 225, demonstrando uma relação bidirecional entre o mercado japonês e as taxas de câmbio europeias. De forma semelhante, o índice S&P 500 afeta o par EUR/GBP,

que, por sua vez, influencia o S&P 500, apontando para uma interação dinâmica entre o mercado de capitais dos EUA e o mercado cambial da zona do euro e do Reino Unido.

Adicionalmente, o par EUR/USD apresenta uma influência sobre o GBP/USD, reforçando a conexão entre os principais pares de moedas globais, além de impactar o índice Nikkei 225, evidenciando spillovers do mercado cambial europeu para o mercado de capitais japonês. O par USD/CHF afeta a formação de preços do EUR/USD, destacando a interdependência entre o franco suíço e o euro, enquanto o par USD/JPY também influencia o EUR/USD, demonstrando a relação entre moedas asiáticas e europeias. Por outro lado, o par GBP/USD mostra-se particularmente influente, impactando tanto o índice Nikkei 225 quanto o S&P 500, além de afetar o par USD/CHF, sublinhando a relevância da libra esterlina nas dinâmicas entre os mercados cambial e de capitais.

Os resultados indicam que o índice S&P 500 influencia o mercado de capitais do Japão (Nikkei 225), evidenciando a liderança do mercado de capitais dos EUA sobre o mercado japonês, enquanto o par USD/JPY também impacta o índice Nikkei 225, reforçando a ligação entre o iene japonês e o mercado de capitais doméstico. Por fim, o par USD/CHF influencia a formação de preços do S&P 500, apontando uma transferência de volatilidade entre o franco suíço e o mercado de capitais dos EUA. Esses resultados destacam um elevado nível de integração entre os mercados cambiais e os mercados de capitais, com relações bidirecionais em diversos casos, sugerindo que os spillovers de volatilidade entre os mercados são relevantes e devem ser considerados para compreender a dinâmica de preços e mitigar riscos durante o período analisado.

Com base nos resultados obtidos com a aplicação desta metodologia permitiu-se responder à questão de investigação, nomeadamente, se existe uma interdependência entre as taxas de câmbio e os mercados de capitais no período em análise.

**Tabela 14:** Teste de Pairwise Granger Causality, aplicado aos mercados de capitais e às taxas de câmbios em análise, no período de 3 de janeiro de 2022 a 6 de dezembro de 2024.

Pairwise Granger Causality Tests			
Hipótese nula:	Obs	F-Estatística	Prob.
EUR/USD does not Granger Cause EUR/GBP	757	0.5282	0.8357
EUR/GBP does not Granger Cause EUR/USD		1.1726	0.3128
GBP/USD does not Granger Cause EUR/GBP	757	0.5174	0.8438
EUR/GBP does not Granger Cause GBP/USD		1.8150	0.0710
<b>NIKKEI 225 does not Granger Cause</b>			
<b>EUR/GBP</b>	<b>757</b>	<b>2.8311</b>	<b>0.0042</b>
<b>EUR/GBP does not Granger Cause NIKKEI 225</b>		<b>1.9503</b>	<b>0.0501</b>
<b>S&amp;P 500 does not Granger Cause EUR/GBP</b>			
<b>EUR/GBP does not Granger Cause S&amp;P 500</b>	<b>757</b>	<b>2.2693</b>	<b>0.0211</b>
<b>EUR/GBP does not Granger Cause S&amp;P 500</b>		<b>2.0573</b>	<b>0.0377</b>
USD/CHF does not Granger Cause EUR/GBP	757	0.4154	0.9119
EUR/GBP does not Granger Cause USD/CHF		1.5901	0.1239
USD/JPY does not Granger Cause EUR/GBP	757	0.8352	0.5716
EUR/GBP does not Granger Cause USD/JPY		0.8448	0.5632
GBP/USD does not Granger Cause EUR/USD	757	1.0673	0.3840
<b>EUR/USD does not Granger Cause GBP/USD</b>		<b>1.7973</b>	<b>0.0743</b>
NIKKEI 225 does not Granger Cause			
EUR/USD	757	0.7929	0.6089
<b>EUR/USD does not Granger Cause NIKKEI 225</b>		<b>4.3498</b>	<b>3.8e-05</b>
<b>S&amp;P 500 does not Granger Cause EUR/USD</b>			
<b>EUR/USD does not Granger Cause S&amp;P 500</b>	<b>757</b>	<b>2.3625</b>	<b>0.0163</b>
<b>EUR/USD does not Granger Cause S&amp;P 500</b>		1.5683	0.1306
<b>USD/CHF does not Granger Cause</b>			
<b>EUR/USD</b>	<b>757</b>	<b>1.7555</b>	<b>0.0825</b>
EUR/USD does not Granger Cause USD/CHF		1.4183	0.1849
<b>USD/JPY does not Granger Cause EUR/USD</b>			
<b>EUR/USD does not Granger Cause USD/JPY</b>	<b>757</b>	<b>1.6922</b>	<b>0.0966</b>
<b>EUR/USD does not Granger Cause USD/JPY</b>		0.5573	0.8130
NIKKEI 225 does not Granger Cause			
GBP/USD	757	1.4271	0.1812
<b>GBP/USD does not Granger Cause NIKKEI 225</b>		<b>6.3565</b>	<b>5.37e-08</b>
S&P 500 does not Granger Cause GBP/USD			
<b>GBP/USD does not Granger Cause S&amp;P 500</b>	<b>757</b>	<b>1.3860</b>	<b>0.1988</b>
<b>GBP/USD does not Granger Cause S&amp;P 500</b>		<b>1.8274</b>	<b>0.0688</b>
USD/CHF does not Granger Cause GBP/USD	757	1.1667	0.3165
<b>GBP/USD does not Granger Cause USD/CHF</b>		<b>1.8186</b>	<b>0.0703</b>

USD/JPY does not Granger Cause GBP/USD	757	1.3902	0.1969
GBP/USD does not Granger Cause USD/JPY		0.6689	0.7191
<b>S&amp;P 500 does not Granger Cause NIKKEI</b>			
<b>225</b>	<b>757</b>	<b>27.2514</b>	<b>3.35e-37</b>
NIKKEI 225 does not Granger Cause S&P 500		0.8426	0.5651
<b>USD/CHF does not Granger Cause NIKKEI</b>			
<b>225</b>	<b>757</b>	<b>0.5482</b>	<b>0.8202</b>
NIKKEI 225 does not Granger Cause USD/CHF		1.1418	0.3326
<b>USD/JPY does not Granger Cause NIKKEI</b>			
<b>225</b>	<b>757</b>	<b>2.3055</b>	<b>0.0191</b>
NIKKEI 225 does not Granger Cause USD/JPY		1.5311	0.1425
<b>USD/CHF does not Granger Cause S&amp;P 500</b>			
<b>757</b>	<b>1.8777</b>	<b>0.0604</b>	
S&P 500 does not Granger Cause USD/CHF		1.3780	0.2024
<b>USD/JPY does not Granger Cause S&amp;P 500</b>			
<b>757</b>	<b>1.3192</b>	<b>0.2302</b>	
S&P 500 does not Granger Cause USD/JPY		0.2825	0.9717
<b>USD/JPY does not Granger Cause USD/CHF</b>			
<b>757</b>	<b>1.5315</b>	<b>0.1424</b>	
USD/CHF does not Granger Cause USD/JPY		1.6304	0.1124

Fonte: Elaboração própria.

## **Capítulo IV: Conclusão**

Prever as flutuações e a volatilidade das taxas de câmbio continua a ser um dos maiores desafios na economia, dado o impacto direto que estas têm sobre os mercados financeiros. Este estudo analisou as interações dinâmicas entre as taxas de câmbio USD/JPY, USD/CHF, GBP/USD, EUR/USD, EUR/GBP e os mercados de capitais S&P 500 e Nikkei 225, no período de 3 de janeiro de 2022 a 6 de dezembro de 2024, tendo como principal objetivo identificar spillovers de volatilidade.

Os resultados confirmaram uma interdependência significativa entre as taxas de câmbio e os mercados de capitais, evidenciando spillovers relevantes. As relações bidirecionais, como as identificadas entre o índice Nikkei 225 e o par EUR/GBP, e entre o S&P 500 e o EUR/GBP, demonstraram que os movimentos nos mercados de capitais dos EUA e Japão afetam diretamente as taxas de câmbio europeias, e vice-versa. Isso reforça a ideia de que eventos regionais ou globais não apenas influenciam mercados locais, mas também originam repercussões globais.

Os pares de moedas EUR/USD e GBP/USD demonstraram conexões importantes, tanto entre si quanto com os mercados de capitais, refletindo a centralidade dessas moedas no comércio e nas finanças globais. O par GBP/USD destacou-se pela sua influência sobre os índices Nikkei 225 e S&P 500, bem como, sobre o par USD/CHF, sublinhando o papel estratégico da libra esterlina nas dinâmicas entre mercados cambiais e de capitais.

O índice S&P 500 emergiu como um líder claro, exercendo influência sobre o mercado de capitais japonês (Nikkei 225) e sendo afetado por pares como USD/CHF, o que evidencia uma transferência de volatilidade entre moedas de refúgio, como o franco suíço, e os mercados de capitais. Esses resultados corroboram a literatura existente que destaca a relevância dos spillovers entre ativos financeiros em mercados interligados.

Estes achados têm implicações significativas. Em relação aos investidores, destacamos a importância de considerar as interdependências globais ao elaborar estratégias de diversificação e gestão de riscos. No que concerne aos formuladores de políticas, evidenciamos a necessidade de monitorizar as interações entre os mercados cambiais e os mercados de capitais de forma a

antecipar e a mitigar choques financeiros. Academicamente, os resultados reforçam a importância de estudar spillovers de volatilidade como uma ferramenta para compreender melhor a dinâmica global dos mercados.

No geral, o estudo contribuiu para uma compreensão mais profunda das relações entre as taxas de câmbio e os mercados de capitais, fornecendo informações significativas que promovam o desenvolvimento de políticas económicas e estratégias financeiras num ambiente global dinâmico e interligado.

#### **a) Linhas de investigação futuras**

No que concerne a linhas de investigação futuras, considera-se pertinente também a aplicação de metodologias avançadas, nomeadamente modelos não lineares com o intuito de aprimorar a capacidade preditiva das flutuações cambiais e dos spillovers de volatilidade nos mercados de capitais.

Paralelamente, pode-se ainda incorporar períodos de crises financeiras ou choques macroeconómicos o que poderá contribuir para uma compreensão mais aprofundada dos efeitos da volatilidade da taxa de câmbio sobre os mercados financeiros e também poder-se investigar como os eventos extremos podem influenciar a formação de preços nos mercados de capitais. Complementando a literatura existente e disponibilizando informações adicionais para a formulação de estratégias de investimento e de políticas económicas mais eficazes.

## Referências Bibliográficas

- Abdel Hakim, H. T., & Saber Alwahili, S. M. (2017). Effect of Exchange Rate Risk in the Market Value of Banks Stocks. *Iraqi Administrative Sciences Journal*, 1(3). <https://doi.org/10.33013/iqasj.v1n3y2017.pp145-178>
- Akaike, H. (1971). Autoregressive model fitting for control. *Annals of the Institute of Statistical Mathematics*, 23(1), 163–180. <https://doi.org/10.1007/BF02479221>
- Akaike, H. (1974). A new look at the statistical model identification. *IEEE Transactions on Automatic Control*, 19(6), 716–723. <https://doi.org/10.1109/TAC.1974.1100705>
- Ali, R., Mangla, I. U., Rehman, R. U., Xue, W., Naseem, M. A., & Ahmad, M. I. (2020). Exchange rate, gold price, and stock market nexus: A quantile regression approach. *Risks*, 8(3). <https://doi.org/10.3390/risks8030086>
- Araújo, M. A. D. R. (2010). *Análise de Clusters e volatilidade de índices de ações*. <https://repositorio.ipl.pt/handle/10400.21/2613>
- Barnett, L., Barrett, A. B., & Seth, A. K. (2009). Granger Causality and Transfer Entropy Are Equivalent for Gaussian Variables. *Physical Review Letters*, 103(23), 238701. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.103.238701>
- Bhargava, V., & Konku, D. (2023). Impact of exchange rate fluctuations on US stock market returns. *Managerial Finance*, 49(10). <https://doi.org/10.1108/MF-08-2022-0387>
- Bhowmik, R., & Wang, S. (2020). Stock market volatility and return analysis: A systematic literature review. In *Entropy* (Vol. 22, Issue 5). <https://doi.org/10.3390/E22050522>
- Bhuvaneshwari, D., & Ramya, K. (2017). Cointegration and Causality between Stock Prices and Exchange Rate: Empirical Evidence from India. *SDMIMD Journal of Management*, 8(1). <https://doi.org/10.18311/sdmimd/2017/15720>
- Breitung, J. (2000). The local power of some unit root tests for panel data. *Advances in Econometrics*. [https://doi.org/10.1016/S0731-9053\(00\)15006-6](https://doi.org/10.1016/S0731-9053(00)15006-6)
- Brown, M. B., & Forsythe, A. B. (1974). Robust tests for the equality of variances. *Journal of the American Statistical Association*, 69(346). <https://doi.org/10.1080/01621459.1974.10482955>
- Choi, I. (2001a). Unit root tests for panel data. *Journal of International Money and Finance*, 20(2), 249–272. [https://doi.org/10.1016/S0261-5606\(00\)00048-6](https://doi.org/10.1016/S0261-5606(00)00048-6)
- Choi, I. (2001b). Unit root tests for panel data. *Journal of International Money and Finance*,

- 20(2). [https://doi.org/10.1016/S0261-5606\(00\)00048-6](https://doi.org/10.1016/S0261-5606(00)00048-6)
- Clemente, J., Montañés, A., & Reyes, M. (1998a). Testing for a unit root in variables with a double change in the mean. *Economics Letters*, 59(2). [https://doi.org/10.1016/s0165-1765\(98\)00052-4](https://doi.org/10.1016/s0165-1765(98)00052-4)
- Clemente, J., Montañés, A., & Reyes, M. (1998b). Testing for a unit root in variables with a double change in the mean. *Economics Letters*, 59(2), 175–182. [https://doi.org/10.1016/S0165-1765\(98\)00052-4](https://doi.org/10.1016/S0165-1765(98)00052-4)
- Dagdash, J., & Abraham, T. (2017). Effect of Exchange Rate Returns on Equity Prices: Evidence from South Africa and Nigeria. *International Journal of Economics and Finance*, 9(11). <https://doi.org/10.5539/ijef.v9n11p35>
- Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1981). Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root. *Econometrica*, 49(4). <https://doi.org/10.2307/1912517>
- DURBIN, J., & WATSON, G. S. (1950). TESTING FOR SERIAL CORRELATION IN LEAST SQUARES REGRESSION. I. *Biometrika*, 37(3–4), 409–428. <https://doi.org/10.1093/biomet/37.3-4.409>
- Edwards, S., & Cabezas, L. (2022). Exchange Rate Pass-Through, Monetary Policy, and Real Exchange Rates: Iceland and the 2008 Crisis. *Open Economies Review*, 33(2), 197–230. <https://doi.org/10.1007/s11079-021-09627-5>
- El-Diftar, D. (2023). The impact of exchange rates on stock market performance of the Emerging 7. *Journal of Capital Markets Studies*, 7(2). <https://doi.org/10.1108/JCMS-03-2023-0005>
- Emerson, J. (2007). Cointegration analysis and the choice of lag length. *Applied Economics Letters*, 14(12), 881–885. <https://doi.org/10.1080/13504850600689956>
- Erdoğan, S., Gedikli, A., & Çevik, E. İ. (2020). Volatility spillover effects between Islamic stock markets and exchange rates: Evidence from three emerging countries. *Borsa Istanbul Review*, 20(4). <https://doi.org/10.1016/j.bir.2020.04.003>
- Flores-Sosa, M., Avilés-Ochoa, E., & Merigó, J. M. (2022). Exchange rate and volatility: A bibliometric review. *International Journal of Finance and Economics*, 27(1). <https://doi.org/10.1002/ijfe.2223>
- Gbadebo, A. D. (2023). Exchange Rate Volatility and Nigerian Stock Market Development. *International Journal of Professional Business Review*, 8(9).

<https://doi.org/10.26668/businessreview/2023.v8i9.3078>

- Godfrey, L. G. (2007). Alternative approaches to implementing Lagrange multiplier tests for serial correlation in dynamic regression models. *Computational Statistics & Data Analysis*, 51(7), 3282–3295. <https://doi.org/10.1016/j.csda.2006.05.020>
- Granger, C. W. J. (1969). Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-spectral Methods. *Econometrica*, 37(3), 424. <https://doi.org/10.2307/1912791>
- Gupta, R., & Guidi, F. (2012). Cointegration relationship and time varying co-movements among Indian and Asian developed stock markets. *International Review of Financial Analysis*, 21. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2011.09.001>
- Hacker, S., & Hatemi-J, A. (2012). A bootstrap test for causality with endogenous lag length choice: theory and application in finance. *Journal of Economic Studies*, 39(2), 144–160. <https://doi.org/10.1108/01443581211222635>
- Hadri, K. (2000). Testing for stationarity in heterogeneous panel data. *The Econometrics Journal*, 3(2), 148–161. <https://doi.org/10.1111/1368-423X.00043>
- Hannan, E. J., & Quinn, B. G. (1979). The Determination of the Order of an Autoregression. *Journal of the Royal Statistical Society Series B: Statistical Methodology*, 41(2), 190–195. <https://doi.org/10.1111/j.2517-6161.1979.tb01072.x>
- Hasanov, F., Mikayilov, J., Bulut, C., Suleymanov, E., & Aliyev, F. (2017). The role of oil prices in exchange rate movements: The CIS oil exporters. *Economies*, 5(2). <https://doi.org/10.3390/economies5020013>
- Im, K. S., Pesaran, M. H., & Shin, Y. (2003). Testing for unit roots in heterogeneous panels. *Journal of Econometrics*. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(03\)00092-7](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(03)00092-7)
- Jain, A., & Biswal, P. C. (2016). Dynamic linkages among oil price, gold price, exchange rate, and stock market in India. *Resources Policy*, 49. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2016.06.001>
- Jarque, C. M., & Bera, A. K. (1980a). Efficient tests for normality, homoscedasticity and serial independence of regression residuals. *Economics Letters*, 6(3), 255–259. [https://doi.org/10.1016/0165-1765\(80\)90024-5](https://doi.org/10.1016/0165-1765(80)90024-5)
- Jarque, C. M., & Bera, A. K. (1980b). Efficient tests for normality, homoscedasticity and serial independence of regression residuals. *Economics Letters*, 6(3). [https://doi.org/10.1016/0165-1765\(80\)90024-5](https://doi.org/10.1016/0165-1765(80)90024-5)

- Jiang, S., Hu, X., & Li, S. (2023). Effect of manufacturing service transformation management on technological innovation. *Journal of Innovation and Knowledge*, 8(4). <https://doi.org/10.1016/j.jik.2023.100404>
- Kennedy, K., & Nourizad, F. (2016). Exchange rate volatility and its effect on stock market volatility. *Int. J. Hum. Cap. Urban Manage. Int. J. Hum. Cap. Urban Manage*, 1(11). <https://doi.org/10.7508/ijhcum.2016.01.005>
- Kilian, L. (1998). Accounting for Lag Order Uncertainty in Autoregressions: the Endogenous Lag Order Bootstrap Algorithm. *Journal of Time Series Analysis*, 19(5), 531–548. <https://doi.org/10.1111/1467-9892.00107>
- Kumar, R., & Gupta, M. (2017). Relationship among exchange rate fluctuations and stock market indices-An empirical analysis with reference to S&P BSE sensex. *International Journal of Economic Research*, 14(2).
- Lal, M., Kumar, S., Pandey, D. K., Rai, V. K., & Lim, W. M. (2023). Exchange rate volatility and international trade. *Journal of Business Research*, 167. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2023.114156>
- Lee, T.-H., & Yang, W. (2014). Granger-causality in quantiles between financial markets: Using copula approach. *International Review of Financial Analysis*, 33, 70–78. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2013.08.008>
- Levene, H. (1960). Robust tests for equality of variances. *Contributions to Probability and Statistics: Essays in ...*, 69(346).
- Levin, A., Lin, C.-F., & James Chu, C.-S. (2002). Unit root tests in panel data: asymptotic and finite-sample properties. *Journal of Econometrics*, 108(1), 1–24. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(01\)00098-7](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(01)00098-7)
- Levin, A., Lin, C. F., & Chu, C. S. J. (2002). Unit root tests in panel data: Asymptotic and finite-sample properties. *Journal of Econometrics*. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(01\)00098-7](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(01)00098-7)
- Lütkepohl, H. (1993). *Testing for Causation Between Two Variables in Higher-Dimensional VAR Models* (pp. 75–91). [https://doi.org/10.1007/978-3-642-51514-9\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-642-51514-9_4)
- Maddala, G. S., & Wu, S. (1999). A Comparative Study of Unit Root Tests with Panel Data and a New Simple Test. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 61(S1), 631–652. <https://doi.org/10.1111/1468-0084.0610s1631>

- Majumder, S. B., & Nag, R. N. (2015). Return and volatility spillover between stock price and exchange rate: Indian evidence. *International Journal of Economics and Business Research*, 10(4). <https://doi.org/10.1504/IJEER.2015.072503>
- 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*, 13(8). <https://doi.org/10.3390/jrfm13080177>
- Nguyen, V., & Pham, T. (2024). The relationship between exchange rate volatility and capital inflows in emerging markets: The role of financial development. *Global Business and Economics Review*, 30(1). <https://doi.org/10.1504/gber.2024.10058912>
- Pardal, P., Dias, R. T., Santos, H., & Vasco, C. (2021). Central european banking sector integration and shocks during the global pandemic (COVID-19). In *Handbook of Research on Reinventing Economies and Organizations Following a Global Health Crisis* (pp. 272–288). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-6926-9.ch015>
- Park, B. J. (2002). An outlier robust GARCH model and forecasting volatility of exchange rate returns. *Journal of Forecasting*, 21(5), 381–393. <https://doi.org/10.1002/for.827>
- Pesaran, M. H. (2012). On the interpretation of panel unit root tests. *Economics Letters*, 116(3). <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2012.04.049>
- Phillips, P. C. B., & Perron, P. (1988). Testing for a unit root in time series regression. *Biometrika*, 75(2), 335–346. <https://doi.org/10.1093/biomet/75.2.335>
- Rai, K., & Garg, B. (2022). Dynamic correlations and volatility spillovers between stock price and exchange rate in BRIICS economies: evidence from the COVID-19 outbreak period. *Applied Economics Letters*, 29(8). <https://doi.org/10.1080/13504851.2021.1884835>
- Robiyanto, R., Pangesti, E. I., Harijono, H., & Frensidy, B. (2023). Determinants of United States - Indonesia Equity Market's Dynamic Correlation: The Role of Commodities and Exchange Rate's Volatilities. *Media Ekonomi Dan Manajemen*, 38(2). <https://doi.org/10.56444/mem.v38i2.3595>
- Sadat, I., Görmüş, Ş., & Güven, M. (2024). How Do Islamic Stock Markets React to Country-based and Global Financial Factors in BRIC and G7? Evidence from a Novel MMQR Approach. *Turkish Journal of Islamic Economics*, 11(1). <https://doi.org/10.26414/a4037>
- Schwarz, G. (1978). Estimating the Dimension of a Model. *The Annals of Statistics*, 6(2). <https://doi.org/10.1214/aos/1176344136>

- Silva, C. A. G. da. (2023). The Regime Changing Behavior of Exchange Rates and Stock Market Prices of Selected Emerging Countries: An application of the Markov Switching Vector Autoregressive model (MS-VAR). *American Journal of Economics and Business Innovation*, 2(1). <https://doi.org/10.54536/ajebi.v2i1.993>
- Sims, C. A. (1980). Macroeconomics and Reality. *Econometrica*, 48(1), 1. <https://doi.org/10.2307/1912017>
- Van Greunen, J., Heymans, A., Van Heerden, C., & Van Vuuren, G. (2014). The prominence of stationarity in time series forecasting. *Journal for Studies in Economics and Econometrics*, 38(1). <https://doi.org/10.1080/10800379.2014.12097260>
- Verschoor, W. F. C., & Muller, A. (2007). The Asian crisis exchange risk exposure of US multinationals. *Managerial Finance*, 33(9). <https://doi.org/10.1108/03074350710776253>
- Volkov, N. I., & Yuhn, K. hyang. (2016). Oil price shocks and exchange rate movements. *Global Finance Journal*, 31. <https://doi.org/10.1016/j.gfj.2016.11.001>
- Wälti, S. (2011). Stock market synchronization and monetary integration. *Journal of International Money and Finance*, 30(1). <https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2010.07.004>
- Xiao, J., Jiang, J., & Zhang, Y. (2024). Policy uncertainty, investor sentiment, and good and bad volatilities in the stock market: Evidence from China. *Pacific Basin Finance Journal*, 84. <https://doi.org/10.1016/j.pacfin.2024.102303>