

**Universidade de Évora - Escola de Ciências Sociais**

**Mestrado em Gestão**  
Área de especialização | Finanças

Dissertação

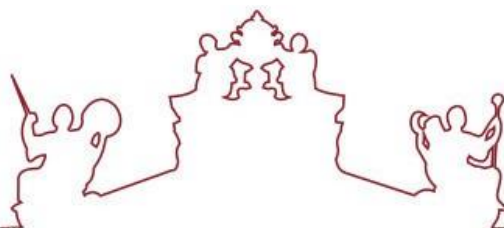
**Impactos da Covid-19 nos índices bolsistas**

**Carolina Alexandra Pimenta Nunes**

Orientador(es)|Andreia Teixeira Basílio

Évora 2022





**Universidade de Évora – Escola de Ciências Sociais**

**Mestrado em Gestão**  
**Área de especialização | Finanças**

Dissertação

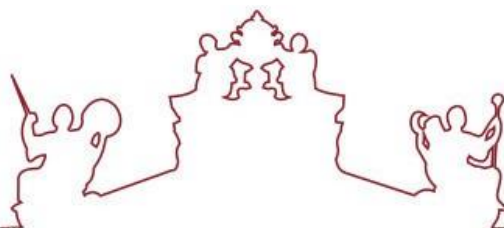
**Impactos da Covid-19 nos índices bolsistas**

**Carolina Alexandra Pimenta Nunes**

Orientador(es) | Andreia Teixeira Basílio

Évora 2022





A dissertação foi objeto de apreciação e discussão pública pelo seguinte júri nomeado pelo Diretor da Escola de Ciências Sociais:

- Presidente | Elisabete Gomes Santana Félix (Universidade de Évora)
- Vogais | Andreia Teixeira Basílio (Universidade de Évora) (Orientador)  
Paulo Jorge Silveira Ferreira (Escola Superior Agrária de Elvas  
(ESAE/IPPortalegre)) (Arguente)

“Eu, por mais que eu tente entender  
A falta que fazem aqui  
Nunca vou conseguir.  
E nas promessas que eu faço para vos lembrar,  
É quando eu consigo sonhar  
Com tudo o que foram para mim.  
Vão, comigo para todo o lado,  
E é no meu peito que eu vos tenho levado.  
Eu, eu segui os vossos conselhos,  
Lutei por aquilo que quis  
E muito devo a vocês.  
E é nos meus dias maus, quando já não sei quem sou  
Tento gritar ao céu, para que me possam ouvir.  
E é nos meus dias bons, que gostava de vos falar,  
Para verem onde eu estou,  
Onde eu consegui chegar!  
É verdade, morro de saudade  
De vos ter aqui.  
É verdade, morro de saudade  
Mas eu sei que estão aí!  
Aí, se eu pudesse,  
Trazer-vos de volta,  
Nem que fosse só mais uma vez.  
Aí, se eu pudesse,  
Trazer-vos agora,  
Nem que fosse só por uma hora.  
Mas eu sei que estão aí,  
A olhar por mim,  
A olhar por nós!”

Fernando Daniel

Para as minhas duas estrelinhas: pai e avô.

## Resumo

A 11 de março de 2020, a COVID-19 foi declarada como pandemia. O objetivo geral deste trabalho é avaliar os impactos da crise sanitária nos mercados bolsistas. O primeiro objetivo específico é analisar individualmente cada mercado, evidenciando o seu comportamento antes e durante o aparecimento da atual crise sanitária. O segundo objetivo específico consiste em verificar a intensificação de interdependência entre os mercados perante a COVID-19. A amostra consiste em observações diárias dos preços de fecho entre 2 de janeiro de 2019 a 1 de junho de 2021, considerando o *cutting off point* a 31 de dezembro de 2019 de sete índices bolsistas CAC 40, DAX, FTSE MIB, FTSE 100, PSI-20, S&P 500 e Shanghai SE 180. Através de testes à estacionariedade, coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ), causalidade “à Granger” e o DCCA é possível verificar que as rendibilidades diárias são estacionárias e que existe interdependência entre mercados.

**Palavras-chave:** COVID-19, índices bolsistas, interdependência, causalidade “à Granger”, DCCA.

## **Abstract**

Impacts of COVID-19 on stock exchange rates

On March 11, 2020, COVID-19 was declared a pandemic. The general objective of this work is to evaluate the impacts of the health crisis on stock markets. The first specific objective is to analyse each market individually, highlighting its behaviour before and during the emergence of the current health crisis. The second specific objective is to verify the intensification of interdependence between markets in the face of COVID-19. The sample consists of daily observations of closing prices between January 2, 2019, and June 1, 2021, considering the cutting off point on December 31, 2019 of seven stock indices CAC 40, DAX, FTSE MIB, FTSE 100, PSI -20, S&P 500 and Shanghai SE 180. Through tests of stationarity, Pearson's correlation coefficient ( $r$ ), "Granger" causality and DCCA, it is possible to verify that daily returns are stationary and that there is interdependence between markets.

**Keyword:** COVID-19, stock exchange rates, interdependence, causality "à Granger", DCCA.

## **Agradecimentos**

À minha orientadora, por toda a paciência, dedicação, disponibilidade e ajuda durante esta longa etapa.

Aos meus irmãos, por serem os pilares da minha vida.

E principalmente, à minha mãe guerreira por ter lutado para que eu conseguisse chegar onde cheguei, tanto a nível académico como pessoal.

# ÍNDICE

Índice de Anexos .....	9
Índice de Figuras .....	10
Índice de Tabelas.....	11
Listagem de Abreviaturas ou Siglas.....	12
1. INTRODUÇÃO .....	13
1.1. Enquadramento do Tema e Justificações da Escolha .....	13
1.2. Formulação do Problema e dos Objetivos .....	15
1.3. Metodologia .....	15
1.4. Estrutura do Trabalho .....	16
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
2.1 Conceito de crise nos mercados financeiros e a sua análise .....	17
2.2 Crises económicas motivadas por surtos e doenças.....	19
2.3 Interdependência e contágio .....	22
3. METODOLOGIAS DE INVESTIGAÇÃO .....	27
3.1 Problema e Objetivos .....	27
3.2 Recolha de dados .....	27
3.3 Estacionariedade.....	28



3.3.1	Teste Augmented Dickey Fuller (ADF).....	29
3.3.2	Teste Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS).....	30
3.4	Teste Jarque-Bera (JB).....	31
3.5	Teste de comparação de médias.....	31
3.6	Teste de comparação de variâncias .....	32
3.7	Coeficiente de correlação de Pearson (r).....	32
3.8	Causalidade “à Granger” .....	33
3.9	Detrended Cross Correlation Analysis (DCCA) .....	34
4.	ANÁLISE DOS RESULTADOS .....	36
4.1	Evolução dos índices bolsistas.....	36
4.2	Rendibilidades dos índices bolsistas .....	40
4.2.1	Estacionariedade das rendibilidades.....	44
4.2.2	Medidas de estatística descritiva das rendibilidades diárias .....	45
4.3	Análise de relação de curto prazo .....	48
4.3.1	Coeficiente de correlação de Pearson (r).....	48
4.3.2	Causalidade “à Granger” .....	50
4.3.3	Detrended Cross Correlation Analysis (DCCA) .....	53
4.4	Síntese do Capítulo.....	59
5.	CONCLUSÕES.....	61

BIBLIOGRAFIA.....	62
ANEXOS .....	66

## ÍNDICE DE ANEXOS

	CII
Anexo 1- Valores Críticos do teste ADF e do teste KPSS.	LXVI
Anexo 2- Histograma das Rendibilidades diárias no período de 2 de janeiro de 2019 a 1 de junho de 2021.	LXVI
Anexo 3- Histograma das Rendibilidades diárias no subperíodo <i>Pré-COVID-19</i> .	LXIX
Anexo 4- Histograma das Rendibilidades diárias no subperíodo <i>Durante COVID-19</i> .	LXXI
Anexo 5- Output teste de comparação de médias (CAC 40).	LXXIII
Anexo 6- Output teste de comparação de médias (DAX 30).	LXXIV
Anexo 7- Output teste de comparação de médias (FTSE MIB).	LXXIV
Anexo 8- Output teste de comparação de médias (FTSE 100).	LXXV
Anexo 9- Output teste de comparação de médias (PSI 20).	LXXV
Anexo 10- Output teste de comparação de médias (S&P 500).	LXXVI
Anexo 11- Output teste de comparação de médias (Shanghai SE 180).	LXXVII
Anexo 12- Output teste de comparação de variâncias (CAC 40).	LXXVII
Anexo 13- Output teste de comparação de variâncias (DAX 30).	LXXVIII
Anexo 14- Output teste de comparação de variâncias (FTSE MIB).	LXXVIII
Anexo 15- Output teste de comparação de variâncias (FTSE 100).	LXXIX
Anexo 16- Output teste de comparação de variâncias (PSI 20).	LXXIX
Anexo 17- Output teste de comparação de variâncias (S&P 500).	LXXX
Anexo 18- Output teste de comparação de variâncias (Shanghai SE 180).	LXXX
Anexo 19- Output auto regressão do subperíodo <i>Pré-COVID-19</i> .	LXXXI
Anexo 20- Output auto regressão do subperíodo <i>Durante COVID-19</i> .	LXXXVIII

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1- Evolução das cotações de fecho diárias do índice CAC 40.	36
Figura 2- Evolução das cotações de fecho diárias do índice DAX 30.	37
Figura 3- Evolução das cotações de fecho diárias do índice FTSE MIB.	37
Figura 4- Evolução das cotações de fecho diárias do índice FTSE 100.	38
Figura 5- Evolução das cotações de fecho diárias do índice PSI 20.	38
Figura 6- Evolução das cotações de fecho diárias do índice S&P 500.	39
Figura 7- Evolução das cotações de fecho diárias do índice Shanghai SE 180.	39
Figura 8- Evolução da taxa de rendibilidade diária do índice CAC 40.	40
Figura 9- Evolução da taxa de rendibilidade diária do índice DAX 30.	41
Figura 10- Evolução da taxa de rendibilidade diária do índice FTSE MIB.	41
Figura 11- Evolução da taxa de rendibilidade diária do índice FTSE 100.	42
Figura 12- Evolução da taxa de rendibilidade diária do índice PSI 20.	42
Figura 13- Evolução da taxa de rendibilidade diária do índice S&P 500.	43
Figura 14- Evolução da taxa de rendibilidade diária do índice Shanghai SE 180.	43
Figura 15- Evolução do $\rho_{DCCA}$ nos subperíodos da amostra.	54
Figura 16- Variação do $\rho_{DCCA}$ .	56

## ÍNDICE DE TABELAS

	Pág.
Tabela 1- Resultados dos testes ADF e KPSS das rendibilidades de cada índice no período de 2 de janeiro de 2019 a 1 de junho de 2021.	44
Tabela 2- Medidas de estatística descritiva das rendibilidades diárias de cada índice no período de 2 de janeiro de 2019 a 1 de junho de 2021.	45
Tabela 3- Medidas de estatística descritiva das rendibilidades diárias de cada índice no período de 2 de janeiro de 2019 a 31 de dezembro de 2019.	46
Tabela 4- Medidas de estatística descritiva das rendibilidades diárias de cada índice no período de 2 de janeiro de 2020 a 1 de junho de 2021.	46
Tabela 5- Resultados dos testes de comparação de médias e de variâncias entre subperíodos.	46
Tabela 6- Matriz de Correlação de Pearson subperíodo <i>Pré-COVID-19</i> .	48
Tabela 7- Matriz de Correlação de Pearson subperíodo <i>Durante COVID-19</i> .	48
Tabela 8- Matriz de Variação da Correlação de Pearson entre subperíodos.	49
Tabela 9- Resultados do teste de causalidade “à Granger” subperíodo <i>Pré-COVID-19</i> .	50
Tabela 10- Resultados do teste de causalidade “à Granger” subperíodo <i>Durante COVID-19</i> .	51
Tabela 11- Resumo dos resultados das Tabelas 9 e 10.	52

## **LISTAGEM DE ABREVIATURAS OU SIGLAS**

ADF - Augmented Dickey Fuller

CAC- Cotation Assistée en Continu

DAX- Deutscher Akitienindex

DCCA- Detrended Cross Correlation Analysis

FTSE MIB- Financial Times Stock Exchange Milano Indice Borsa

FTSE- Financial Times Stock Exchange

KPSS- Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin

PIB- Produto Interno Bruto

PSI- Portuguese Stock Index

S&P- Standard and Poor's

Shanghai SE- Shanghai Stock Exchange

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. Enquadramento do Tema e Justificações da Escolha

No final de 2019, a COVID-19 foi identificada, pela primeira vez, em humanos na cidade chinesa de Wuhan, alastrando-se para mais de 115 países. O nome de “COVID-19” provém das palavras “**Corona**”, “**Vírus**” e “**Doença**”, seguido da indicação do ano em que surgiu, sendo uma doença infecciosa, causada pelo coronavírus SARS-CoV-2, associada ao sistema respiratório e que é transmitida pelo contacto próximo com pessoas infetadas, superfícies ou objetos contaminados.

A 11 de março de 2020, a COVID-19 foi declarada como pandemia. Segundo a Organização Mundial da Saúde, este fenómeno é a disseminação mundial de uma nova doença, sendo que o termo indica que a enfermidade se espalhou por diferentes continentes com transmissão sustentada de pessoa para pessoa. No seguimento da pandemia, muitos países declararam o chamado estado de emergência, que passa pelo encerramento das fronteiras, recolhimento obrigatório e encerramento de atividades económicas, à exceção dos bens considerados essenciais.

Neste contexto, Martin (2020) publicou um estudo onde afirma que as medidas aplicadas para combater esta situação pandémica farão diminuir a atividade económica, o que acarreta inevitáveis consequências para os mercados financeiros. Por sua vez, Clift (2010) publicou um artigo onde tenta prever os efeitos que uma possível pandemia poderia causar na Europa, utilizando um cenário com uma taxa de mortalidade superior à gripe espanhola ocorrida em 1918-1920, concluindo, através deste estudo que, devido à redução da atividade económica, haveriam perdas no PIB e os efeitos macroeconómicos seriam semelhantes aos de uma grande recessão. Fernandes (2020) refere que, inequivocamente, uma recessão global é inevitável e que, países em que o turismo é fundamental para a economia, sentirão um maior impacto derivado da crise.

O surto da COVID-19 também acarreta consequências ao nível dos mercados financeiros. The World Bank Group, (2020) afirma que esta pandemia resultou num aumento de volatilidade e reavaliação do mercado financeiro global, crise de liquidez, saída de capital e encerramento de emissão de novos títulos no mercado primário.

Yilmazkuday (2020) afirma que esta pandemia originou alterações tanto na atividade económica como nos mercados financeiros de todo o mundo. Acrescenta ainda que o índice

S&P500 teve uma queda de, aproximadamente, 31% entre 19 de fevereiro e 12 de março, mas sugere outras causas como a atividade económica ou as taxas de juro, além do COVID-19.

Baker et al (2020) referem que, devido ao coronavírus, as ações caíram e a volatilidade do mercado aumentou em todo o mundo, explicando que existem inúmeras possíveis causas para esta reação, sendo que nenhuma delas está completa. As causas variam entre a severidade da pandemia, maior informação e difusão da mesma até à interação entre as economias e, nesse sentido, uma questão pertinente a analisar é a independência dos mercados financeiros, após momentos de instabilidade.

Nesse sentido, o presente trabalho de investigação pretende analisar o impacto da crise pandémica COVID-19 no comportamento de mercados bolsistas, analisando comparativamente o comportamento de índices bolsistas antes e durante esta pandemia, avaliando ainda a existência, ou não, de interdependência dos mercados.

Este estudo torna-se importante na medida em que os mercados bolsistas conferem inúmeras potencialidades aos diferentes participantes na economia (investidores, empresas, mediadores, entre outros) e à influência significativa dos mesmos na economia global. Para uma empresa ou entidade que necessita de financiamento, este mercado constitui uma forma alternativa e muito importante de financiamento, já que, ao contrário do tradicional financiamento bancário, oferece melhores preços, prazos mais alargados e diversidade de investidores (Internacional Finance Corporation, 2017). As variações abruptas dos preços numa economia podem resultar em efeitos de elevadas dimensões, afetando diferentes mercados com características e tamanhos distintos.

Segundo Pereira Lopes e G.Pessenha (2017), é importante analisar a interdependência entre mercados, principalmente para administradores de carteiras de modo a beneficiar da diversificação internacional.

Além disso, este estudo torna-se relevante uma vez que é um tema atual e que, durante a realização do mesmo, o surto de coronavírus continua, sendo que nenhuma outra doença, como Ébola, Síndrome Respiratória Aguda Grave (SARS) e Síndrome Respiratória do Médio Oriente (MERS) observadas também a nível global, atingiu a proporção da COVID-19 (Senol & Zeren, 2020).



## 1.2. Formulação do Problema e dos Objetivos

Desta forma, este estudo tem como objetivo geral analisar os impactos da atual crise sanitária COVID-19 no comportamento dos mercados bolsistas.

O primeiro objetivo específico deste estudo é analisar individualmente cada índice bolsista, percebendo, desta forma, qual era o comportamento dos mesmos antes da pandemia e compará-lo com a reação destes ao surgimento do referido acontecimento. Os índices bolsistas são, por natureza, voláteis, reagindo aos acontecimentos que vão surgindo diariamente e, por isso, é natural que alterem os seus comportamentos aquando da ocorrência de determinados acontecimentos. A opção de serem incluídos vários índices de diferentes países neste estudo, passa por captar todos os comportamentos dos mesmos, antes e durante o coronavírus, comparando-os estatisticamente, uma vez que o impacto da pandemia não foi igual para todos os países em estudo.

O segundo e último objetivo específico consiste em aferir a existência de interdependência dos mercados. A interdependência entre mercados é também importante, tendo em conta que, caso haja um choque num determinado país, a existência de interdependência fará com que outro país seja também afetado com esse choque. No caso concreto deste estudo, pretende-se analisar se existe um aumento ao nível da correlação entre os índices, aquando do surto de COVID-19, o que sugere a existência de interdependência entre mercados (Forbes & Rigobon, 2002).

## 1.3. Metodologia

No âmbito desta de dissertação, é pretendido analisar os efeitos da pandemia atual nos mercados financeiros, nomeadamente CAC 40 (França), DAX (Alemanha), FTSE MIB (Itália), FTSE 100 (Reino Unido) PSI-20 (Portugal), S&P 500 (Estados Unidos da América) e Shanghai SE 180 (China) baseado numa amostra de observações diárias dos preços de fecho entre 2 de janeiro de 2019 a 1 de junho de 2021, que será, posteriormente, dividida em dois subperíodos: *Pré-COVID-19* e *Durante-COVID-19*, considerando o *cutting off point* a 31 de dezembro de 2019, com recurso ao Excel e STATA.

Numa primeira fase, será feita uma análise evolutiva de cada índice bolsista em estudo, comparando o comportamento dos mesmos nos subperíodos definidos, taxas de rendibilidade, testes à estacionariedade, tanto o teste ADF (Augmented Dickey Fuller) como o teste KPSS

(Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin), análise descritiva dos dados e comparação das rendibilidades médias e de variância entre subperíodos.

De seguida, será feita uma análise da relação de curto prazo entre índices, com vista a avaliar a interdependência. Para tal, através das taxas de rendibilidade, recorre-se ao coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ), teste de causalidade “à Granger” e ainda ao coeficiente de correlação baseado no Detrended Cross Correlation Analysis (DCCA).

#### **1.4. Estrutura do Trabalho**

O presente estudo está estruturado em cinco capítulos. O primeiro capítulo refere-se a uma breve nota introdutória ao tema, onde são apresentados os objetivos, a metodologia e o enquadramento do tema em estudo. O segundo capítulo apresenta conceitos necessários para a realização desta investigação, assim como estudos já realizados por outros autores em situações similares, sejam elas crises financeiras ou crises económicas motivadas por surtos e doenças. Por sua vez, o terceiro capítulo apresenta detalhadamente a metodologia a ser utilizada. De seguida, no quarto capítulo, são apresentados os resultados aos diferentes métodos aplicados, assim como as principais deduções a retirar dos mesmos. O quinto capítulo consiste na conclusão, contendo as principais ilações a retirar dos resultados obtidos no capítulo anterior, assim como limitações e sugestões futuras.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Conceito de crise nos mercados financeiros e a sua análise**

O mercado financeiro consiste numa estrutura organizada em que existe a compra e venda de valores mobiliários, desde ações e obrigações a mercadorias, moeda ou títulos. O principal objetivo é reunir fundos de quem pretende investir (aforradores) e direcioná-los para quem precisa dos mesmos, seja para consumo ou investimento, e que esteja disposto a pagar um determinado preço para os obter (devedores). O mercado financeiro está subdividido no mercado monetário, mercado de capitais e derivados e mercado cambial. O mercado de capitais é dedicado sobretudo a instrumentos de médio e longo prazos, como por exemplo, as ações e obrigações.

Em termos de conceito, define-se crise como uma situação complicada ou de escassez de algo. Hong e Stein (2003) definiram crise como um movimento invulgar, marcado por inesperada variação acentuada e negativa no preço das ações de toda uma classe de ativos.

Para Allen e Gale (2004) uma crise está associada a uma queda acentuada no preço dos ativos que, conseqüentemente, irão afetar a solvibilidade das instituições bancárias e a sua capacidade de cumprir o compromisso assumido com os seus clientes.

Claessens e Kose (2013) assumiram que uma crise financeira é caracterizada pelas demonstrações extremas da ligação entre a economia e o setor financeiro. Estes mesmos autores, noutro trabalho afirmam que uma crise financeira está associada a um ou mais fenómenos, incluindo mudanças significativas no volume do crédito e no preço de ativos, falhas graves na intermediação financeira, na oferta de financiamento externo a vários agentes económicos, necessidade elevada de apoio do governo. Geralmente, antes de uma crise financeira existe um grande aumento de ativos e créditos (Claessens & Kose 2013a).

Em relação à análise do comportamento dos mercados financeiros, Fama (1970) afirma que, de acordo com a Hipótese dos Mercados Eficientes, os mercados deverão manter equilíbrio. No entanto, quando são inseridas novas informações, os mercados tendem a reagir, refletindo-se em movimentos bruscos, seja de valorização ou desvalorização no preço das ações. Grandes mudanças ao nível dos preços diários provocam também grandes variações no comportamento dos mercados de forma imprevisível, nomeadamente uma crise. Nesse contexto, torna-se relevante analisar o comportamento dos mercados, durante inúmeros

acontecimentos, que tiveram origem tanto a nível económico e financeiro, como a nível sanitário, começando pelas crises económicas e financeiras.

Auer e Schuster (2011) analisaram o impacto que a crise financeira teve no comportamento dos mercados internacionais de ações, nomeadamente se estes continuavam a apresentar padrões aleatórios, usando o teste de variância múltipla. Para tal, utilizaram dados diários das rendibilidades de 55 índices bolsistas que foram integrados em dois grupos. O primeiro grupo diz respeito aos dados que antecedem a crise, pré-crise, num período temporal entre 3 de maio de 2005 a 29 de junho de 2007, enquanto que o segundo grupo contém dados pós-crise de 2 de julho de 2007 a 27 de agosto de 2009. Além desta divisão, foram ainda separados consoante sejam mercados desenvolvidos como os que envolvem o Canadá, Estados Unidos da América, Alemanha e França, entre outros, mercados emergentes com mercados pertencentes ao Brasil e China, por exemplo, e ainda mercados de fronteira como a Estónia, Argentina e Paquistão. Através deste estudo, foi possível concluir que, antes e depois da crise financeira de 2007, os mercados desenvolvidos e emergentes continuam a apresentar comportamentos aleatórios, enquanto que, no caso dos mercados de fronteira a crise financeira provocou mudanças no comportamento, sendo que a maioria não apresenta padrões aleatórios.

Júnior e Franca (2011) recorreram à teoria da matriz aleatória para analisar a correlação dos mercados financeiros em tempos de crise através de uma amostra que incluiu a chamada “Black Monday” de 1987, crise russa de 1998, a crise apelidada de “Dot Com” de 2001, o 11 de setembro de 2001 em que ocorreu o atentado terrorista às Torres Gémeas, em Nova Iorque e ainda a crise do *subprime*. Estes autores defendem que nos acontecimentos anteriormente referidos, caracterizados por momentos em que se verifica uma alta instabilidade dos mercados, estes estão diretamente relacionados com fortes correlações entre eles, e ainda que tendem a se comportarem de forma semelhante.

De Sousa e Pires Manso (2016) analisaram o impacto da crise financeira global no comportamento dos mercados bolsistas internacionais, a curto e longo prazo. Para tal, recolheram as cotações diárias de 12 índices, Dow Jones (Estados Unidos da América), DAX 30 (Alemanha), CAC40 (França), FTSE100 (Inglaterra), IBEX35 (Espanha), Hang-Seng (Hong-Kong), ISEQ Overall (Irlanda), ATG (Grécia), Nikkei (Japão), PSI20 (Portugal), Bovespa (Brasil) e Sensex (Índia), durante o período de 4 de setembro de 1999 a 30 de junho de 2011, através o modelo multivariado de correlação condicional dinâmica, e do teste de valores extremos. A principal conclusão aponta para que, em momentos de crise, os mercados tendem a desenvolver relações de equilíbrio de longo prazo. Para além disso, os autores perceberam que os mercados se apresentam de igual forma em determinados momentos, com quedas acentuadas em

simultâneo e um aumento significativo na correlação entre os vários mercados, podendo originar contágio entre eles.

Barro e Ursúa (2017) focaram-se no estudo de quedas e depressões que existiram no mercado de ações, em 30 países, principalmente no comportamento destes antes dessas quedas acontecerem, recorrendo à covariância entre rendibilidades das ações e o fator de precificação de ativos. Com este estudo, perceberam que as quedas verificadas nos mercados de ações antecedem situações de depressão económica, deduzindo então que na ausência de um crash no mercado, é improvável haver uma crise económica.

## **2.2 Crises económicas motivadas por surtos e doenças**

No final de fevereiro de 2003, na China, foi detetada pela primeira vez a SARS, Síndrome Respiratória Aguda Grave, que se alastrou a 32 países, infetando 8 422 pessoas e 919 mortes (Yang et al., 2020).

No seguimento desta doença Loh (2006), procurou examinar o impacto da SARS no desempenho e risco nas ações de companhias aéreas cotadas do Canadá, China, Hong Kong, Singapura e Tailândia, no intervalo de tempo de 1 de dezembro 2002 a 5 de julho de 2003. Este estudo foi realizado com recurso a modelos econométricos e cálculo das rendibilidades médias. Concluíram que, embora este acontecimento não tenha tido efeitos significativos no que diz respeito à volatilidade, exceto em Singapura, este afetou negativamente a rendibilidade das ações das companhias aéreas.

De uma forma mais geral, Nippani e Washer (2006) afirmaram que a SARS teve impactos económicos limitados e temporários e maioritariamente não negativos, exceto no Vietnam e na China, ao nível das bolsas de valor. Esta afirmação surge após examinar os efeitos que a SARS provocou nas bolsas de valores da China, Canadá, Indonésia, Hong Kong, Singapura, Filipinas, Vietnam e Tailândia entre o dia 1 de junho de 2002 e 17 de junho de 2003, através de modelos econométricos e, posteriormente, testes t e testes não paramétrico Mann-Whitney.

Por sua vez, o vírus Ébola foi descoberto em 1976 na atual República Democrática do Congo. Desde então, foram identificados inúmeros surtos em países africanos sendo os mais recentes em 2014 e 2018 e com uma taxa de mortalidade de 25% a 90%.

Com o intuito de descobrir o real impacto da Ébola em fundos mútuos de ações de países africanos, Del e Paltrinieri (2017) aproveitaram dados mensais entre os anos de 2006 a 2015, para estimar modelos econométricos e realizar testes de significância e robustez, concluindo

que, de facto, o maior surto de ébola de que há registo em 2014, teve um impacto negativo e estatisticamente significativo no fluxo de capital para fundos mútuos, o que fez com que todo o continente africano sofresse uma redução dos recursos financeiros, uma vez que muitos investidores retiraram as suas economias de África.

Ichev e Marinč (2017) examinaram se a proximidade geográfica e os média afetaram o preço das ações dos EUA resultante do surto de Ébola entre 2014 e 2016 na África Ocidental. Para este estudo, recorreram a 103 eventos que ocorreram entre EUA, Europa e África Ocidental, estimando as rendibilidades e as rendibilidades anormais cumulativas. O estudo mostra que este surto, especificamente, teve efeito negativo no que às rendibilidades das ações diz respeito, para empresas que exercem atividade em países da África Ocidental, e que a volatilidade das mesmas aumenta. Adianta ainda que, os efeitos negativos são mais significativos para pequenas empresas do que para as grandes empresas, apontando ainda que se deve à ineficiência disseminação de informação.

Evidenciando a crise sanitária em estudo, surgiram estudos relativos a este tema e o impacto do mesmo. Baker et al. (2020) afirmam que as ações no mercado americano caíram enquanto, que a volatilidade do mercado teve uma subida acentuada, sendo que a meados do mês de março, os níveis de volatilidade competiram, ou ultrapassaram efetivamente, os níveis registados anteriormente na Grande Depressão em 1929, “Black Monday” em outubro de 1987 e da crise financeira de 2007, nomeadamente em dezembro do ano de 2008.

Yilmazkuday (2020) procurou saber os efeitos da COVID-19 no índice americano S&P500 na fase inicial da pandemia através do modelo de vetores autorregressivos com uma amostra de 31 de dezembro de 2019 a 12 de março de 2020. Nesse sentido, apurou uma redução de 0,02% diariamente, 0,06% semanalmente e 0,08% ao fim de um mês.

Como resposta à pandemia, o risco dos mercados financeiros aumentou e estes tornaram-se mais imprevisíveis, sendo que, cada mercado reagiu de acordo com a gravidade do coronavírus no seu país, afirmaram Zhang et al. (2020). Esta afirmação surge após a realização de uma análise à volatilidade e à correlação de todos os índices até ao dia 27 março. Acrescentou ainda que, os efeitos em todos os mercados foram significativos, sendo que a volatilidade nos mercados americanos foi superior aos outros, assim como que, as correlações entre mercados eram relativamente baixas em fevereiro, aumentando substancialmente em março quando começaram a surgir surtos nos EUA e na Europa, mantendo-se essa correlação elevada após a declaração oficial de pandemia, em contraste com a correlação dos índices com o índice chines, em que esta diminuiu.

Liu et al. (2020) procuraram saber qual o impacto da COVID-19 nos rendimentos dos mercados de ações no curto prazo, estimando os rendimentos esperados e rendimentos

anormais acumulativos a partir das observações dos dados diários entre 21 de fevereiro de 2019 e 18 de março de 2020, nos mercados do Japão, Singapura, Coreia do Sul, Tailândia, Rússia, Malásia, EUA, Alemanha e França. Constataram que a predisposição do investidor influencia significativamente o mercado de ações, isto é, quando o mercado está tendencialmente a crescer e, por isso, há menos risco envolvido, os investidores apresentam-se mais otimista, enquanto que no cenário contrário, quando o mercado tende para uma desvalorização, os investidores tornam-se pessimistas e esperam para entrar no mercado, o que se irá refletir no próprio mercado, a curto prazo. No que ao mercado concretamente diz respeito, os autores concluíram que o coronavírus tem um efeito negativo sobre os rendimentos do mercado de ações em todos os países em estudo, os mercados asiáticos reagem mais rapidamente ao surto e ainda que o número de casos confirmados provoca efeitos adversos significativos em todos os índices, sendo que os índices asiáticos têm uma queda mais significativa em termos de rentabilidade.

Por sua vez, Ashraf (2020) tentou perceber de que modo a reação dos mercados pode ser uma consequência ao número de novos casos de infeção e/ou ao número de mortos registados. Para tal, estimou uma regressão em dados de painel e extraiu séries temporais de forma a minimizar possíveis problemas de multicolinearidade e heteroscedasticidade, através de dados diários e dados de rentabilidade do mercado de ações de 64 países durante o período de 22 de janeiro a 17 de abril de 2020. Foi então possível concluir que os mercados de ações reagem fortemente, com rentabilidades negativas, ao crescimento de novos casos de infeção enquanto que, o número de mortes não tem efeitos significativos na reação dos mesmos e, por fim que os mercados em estudo reagiram rapidamente à pandemia, sendo que essa reação depende da gravidade da situação de cada país correspondente.

Sansa (2020) investigou o impacto que a COVID-19 teve nos mercados financeiros da China e dos Estados Unidos da América através de um modelo de regressão linear simples. Para tal, utilizou dados relativos à bolsa de valores de Xangai e do New York Dow Jones de 1 de março de 2020 a 25 de março de 2020. Através deste estudo, concluiu que existe uma relação positiva e significativa entre os casos confirmados de COVID-19 dos países em estudo com o respetivo mercado financeiro, isto é, a pandemia teve um impacto negativo para os mercados financeiros em estudo neste período temporal.

Aslam et al. (2020) analisaram os efeitos da COVID-19 em 56 índices de ações de todo o mundo através do método de redes complexas, com uma amostra desde 15 de outubro de 2019 a 7 de agosto de 2020. Afirmam assim que a atual crise sanitária modificou significativamente as redes financeiras existentes a nível estrutural, provocando uma redução na conectividade, agrupamento substancial e homogeneidade na rede mundial do mercado de ações. Além disto,

o risco de mercado aumentou devido à incerteza da pandemia assim como o número de correlações positivas entre índices de ações.

He et al. (2020) exploraram os efeitos diretos e as repercussões da COVID-19 nas bolsas de valores. Para este estudo, foram utilizados dados diários de rentabilidade dos mercados de ações da Alemanha, China, Coreia do Sul, Espanha, Estados Unidos da América, França, Itália e Japão desde 1 de junho de 2019 até 16 de março de 2020. Através de testes t e do teste não paramétrico de Mann-Whitney, concluíram que a pandemia afetou negativamente os mercados de ações a curto prazo, tendo efeitos indiretos bidirecionais entre os países asiáticos e países europeus e americanos.

David et al. (2021) analisaram, comparativamente, a relação bilateral entre a incidência dos surtos de COVID-19, Ébola, MERS e SARS, e a evolução dos índices bolsistas. Extraíram dados relativos aos primeiros 79 dias após o surgimento de cada surto de cada doença de 11 índices, Dow Jones (EUA), S&P 500 (EUA), Euro Stoxx (Zona Euro), DAX 30 (Alemanha), CAC 40 (França), Nikkei (Japão), HSI (Hong Kong), Kospi (Coreia do Sul), S&P (Austrália), Nifty (Índia) e Ibov (Brasil), e aplicaram o teste de cointegração de Johansen e o método VECM bivariado. Constataram que os choques causados pelas doenças em estudo têm um impacto significativo sobre os índices de ações. No caso da pandemia causada pelo coronavírus, os índices financeiros demonstram dificuldades de recuperação, atingindo valores históricos ao nível da volatilidade, nomeadamente no índice brasileiro, uma vez que a percepção de risco é maior por parte dos investidores em países com maior fragilidade económica e social.

### **2.3 Interdependência e contágio**

O conceito de interdependência não tem uma definição explícita, sendo que, cada investigador/autor tem a sua própria versão. Em termos de conceito base, interdependência significa dependência mútua. Marçal e Pereira (2008) afirmam que a interdependência de mercados está associada a um aumento excessivo na volatilidade e na correlação, enquanto que Gaio et al. (2014) assume que interdependência corresponde a uma ligação informal entre dois mercados distintos.

Com o intuito de analisar a existência de interdependência entre mercado, Forbes e Rigobon (2002) começaram por distinguir dois conceitos importantes: interdependência e contágio. Assumem que a interdependência está associada a um nível alto e contínuo de correlação entre os diferentes mercados, sugerindo uma forte ligação entre economias. No caso



de contágio, os autores afirmam que só estamos perante contágio financeiro quando, após um choque externo num país, o movimento cross-market aumenta significativamente. Testaram a hipótese existência de interdependência em momentos de instabilidade financeira, nomeadamente a Crise do Leste Asiático (1997), a Desvalorização do peso norte-americano (1994) e o crash da bolsa de valores dos EUA (1987), através da análise dos níveis de correlação entre diferentes mercados, antes e durante os períodos de instabilidade, obtendo evidências empíricas que demonstram interdependência entre os vários mercados de ações.

Por sua vez, Marçal et al. (2003) examinaram a existência de interdependência entre diferentes mercados, nomeadamente os mercados da Argentina, Brasil, Coreia do Sul, Estados Unidos da América, Singapura, Malásia, México e Japão. Para este estudo, utilizaram dados diários sobre a rendibilidade de cada índice entre 1994 e 2003 e modelos econométricos oriundos da família DCC-GARCH. Concluíram que as crises com origem nos países da América Latina tiveram um forte impacto regional, no entanto, a propagação para alguns países da Ásia foi fraca enquanto que as crises geradas em países asiáticos tiveram também um forte impacto regional e ainda uma propagação forte para a América Latina. Em relação aos Estados Unidos da América, todas estas crises sentiram-se nos seus mercados. De forma geral, pode concluir-se que há interdependência da América Latina para com a Ásia, no entanto, o contrário não se verifica. Além disto, concluíram ainda que os Estados Unidos da América e o Japão são os condutores da propagação de crises devido aos laços comerciais e financeiros existentes entre os Estados Unidos da América e América Latina e entre o Japão e o mercado asiático.

Morales e Andreosso-O'Callaghan (2012) analisaram os efeitos da interdependência entre mercados, nomeadamente se, após um choque externo nas bolsas americanas, há, ou não, um aumento substancial nas ligações entre o mercado americano e os mercados asiáticos da China, Coreia do Sul, Índia, Indonésia, Japão, Malásia, Singapura, Tailândia e Taiwan. Para tal, estudaram a volatilidade de cada mercado, através do cálculo e da análise das correlações, usando dados diários de cada índice desde 2003 a 2009. Em termos teóricos, era espectável que, tendo em conta a globalização, os mercados seriam cada vez mais interdependentes e, portanto, uma eventual crise num país iria ter repercussões noutros países, e de facto, concluíram que isso se verifica. Os mercados de ações americanos e asiáticos estão altamente integrados e, portanto, os choques originados em solo americano têm fortes efeitos na Ásia, confirmando assim a existência de interdependência entre estes mercados.

Mohanasundaram e Karthikeyan (2015) analisaram a existência de interdependência entre o mercado indiano, sul-africano e norte-americano. Através dos dados de fecho mensal de cada índice, CNX NIFTY 50 (Índia), JSE Africa All share Index- JALSH (África do Sul) e NASDAQ Composite (Estados Unidos da América), obtendo 120 observações individualmente. Para este

estudo, os autores recorreram a testes de estacionariedade, testes de correlação e ao teste de causalidade “à Granger”. Os índices do mercado de ações são não estacionários e, após a primeira diferenciação, tornaram-se estacionários, enquanto que têm entre si, uma correlação bastante significativa. Por fim, concluíram que não existe relação de longo prazo entre os índices em estudo.

Fernandes et al. (2016) analisaram o impacto que a crise financeira de 2008 teve nos mercados financeiros, nomeadamente da Alemanha, Canadá, Estados Unidos da América, França, Itália, Japão e Reino Unido. Para tal, dividiram a amostra em 3 subperíodos: Pré-crise (1 de janeiro de 2000 a 31 de dezembro de 2007), Crise (ano de 2008) e Pós-crise (1 de janeiro de 2009 a 15 de junho de 2015) e aplicaram o método DCCA. Concluíram então que todos os índices em estudo têm assimetria negativa, exceto o índice japonês. A Europa e os Estados Unidos da América manifestam maior interdependência entre eles, com um coeficiente de correlação baseado no DCCA forte, enquanto que, com a China, o coeficiente de correlação é considerado fraco.

Baumöhl et al. (2020) estudaram o contágio financeiro e de que forma este pode ocorrer em efeito dominó através do aumento de conectividade entre bancos durante a pandemia de COVID-19. Para este estudo, utilizaram dados do preço de fecho diários do mercado de ações de 83 grandes bancos da América do Norte, Europa e da região Ásia e Pacífico, durante o período compreendido entre 11 de setembro de 2003 e 17 de abril de 2020. A análise foi baseada no quantilograma cruzado, através de séries estritamente estacionárias. Descobriram então que, nos primeiros meses do ano de 2020, as economias enfrentaram um bloqueio económico sem precedentes. Em todo o mundo, os mercados de ações apresentaram quedas acentuadas que se comparam, apenas, às quedas ocorridas aquando da Grande Depressão em 1929 e da Grande Crise Financeira em outubro de 2008, sendo que o risco sistémico é superior na pandemia do que na crise financeira de 2008. Além disto, concluíram ainda que os mercados de ações recuperaram em abril de 2020, resultante do facto dos investidores acreditarem numa recuperação rápida após a reabertura da economia em alguns países.

Chevallier (2020) analisou o impacto da pandemia na atividade económica. Em relação à metodologia, o autor utilizou três tipos de modelos: (a) Modelo Suscetíveis-Infetados-Recuperados (SIR), modelo epidemiológico utilizado para monitorizar o comportamento e desenvolvimento da pandemia; (b) Modelo GARCH, diz respeito à volatilidade, DCC estuda a correlação e ainda modelos de gerenciamento de risco, VaR e (c) Algoritmos de árvore. Para o primeiro modelo, utilizaram os dados disponíveis até dia 6 de maio de 2020 que contabilizava 3 662 691 casos confirmados, 257 239 mortes e 1 198 832 casos recuperados em todo o mundo, e para os restantes recorreram a dados de ações diários de mercados financeiros da Austrália,

Bélgica, Brasil, Canadá, Alemanha, Hong Kong, Itália, Japão, México, Holanda, Singapura, Espanha, Suécia, Suíça, Taiwan, Reino Unido, Chile e Estados Unidos da América, de 15 de abril de 2003 a 1 de maio de 2020. Com este estudo, verificou que houve uma forte concentração dos mercados financeiros a 16 de março. Afirma que existe interdependência e contágio financeiro, tanto nos entre mercados financeiros como entre países, o que significa que o sistema financeiro está tão estável quando o seu elo mais fraco, uma vez que, embora as decisões políticas visam a proteção da economia de efeitos económicos adversos, a interação do sistema financeiro internacional faz com que a vulnerabilidade de uma economia seja transmitida a outros sistemas financeiros. Por fim, refere ainda que a gestão eficaz da pandemia dependerá da eficácia de resposta política de cada país e da capacidade de cada sistema financeiro global de absorver as repercussões negativas e choques económicos adversos sendo previsível uma recessão severa, salientando que a gestão do risco sistémico também é importante de forma a aumentar a resistência dos sistemas financeiros e no fornecimento de recursos financeiros necessários aos serviços de intermediação para a economia.

Guo et al. (2021) analisaram de que forma é que o risco se espalha entre os países durante a pandemia e se o risco associado aos mercados financeiros é transmitido para os restantes mercados. Para tal, utilizaram dados relativos ao retorno diário dos índices de ações ASX200(Austrália), FTWISGPL (Singapura), S&P CNX NIFTY (Índia), SEU (Hong Kong), TASI (Arábia Saudita), N225 (Japão), CSI300 (China), GTSM50 (Taiwan), KOSPI50 (Coreia), FTITLMS (Itália), UK100 (Reino Unido), IBEX35 (Espanha), AEX (países Baixos), CAC40 (França), DAX 30 (Alemanha), IMOEX (Rússia), IBOVESPA (Brasil), S&P500 (EUA) e GSPTSE (Canadá) durante o período de 1 de novembro de 2019 a 15 de junho de 2020, recorrendo ao método de estimativa FARM Selection e modelo de rede dinâmico detalhado. Concluíram que a rede de densidade em cada região aumentou, assim como o número de spillovers. De forma geral concluíram, a pandemia teve um impacto negativo no sistema financeiro internacional, fazendo com que o risco residual do mesmo aumentasse.

Ferreira et al. (2021) analisaram a evolução das ligações entre mercados, através de comparação de médias e do método DCCA. Para tal, recorreram a dados relativos ao EuroStoxx (Zona Euro), NYSE Composite (EUA), FTSE 100 (Reino Unido), CAC 40 (França), DAX 30 (Alemanha), Nikkei 225 (Japão), FTSE MIB (Itália), Bovespa (Brasil), MOEX (Rússia), Nifty (Índia), Shanghai SE (China) e JSE (África do Sul) no período de 1 de janeiro de 1998 a 29 de outubro de 2019. Concluíram que os mercados estão mais interligados a longo prazo do que a curto no início da amostra, invertendo-se este padrão após a crise do subprime, levando a crer que as crises existentes durante este período contribuíram para um aumento da conectividade entre índices,

estando, possivelmente, perante contágio financeiro, uma vez que houve um aumento de correlação após as crises.

### **3. METODOLOGIAS DE INVESTIGAÇÃO**

#### **3.1 Problema e Objetivos**

Após a realização da revisão de literatura, é notória a importância dos mercados financeiros para a economia, sendo muito importante o seu estudo, principalmente quando existem choques e crises, neste caso concreto, uma pandemia. Para relembrar, o objetivo geral desta dissertação é avaliar o impacto da doença infecciosa COVID-19 no comportamento dos mercados bolsistas.

O primeiro objetivo específico refere-se à análise descritiva individual de cada índice em estudo, de forma a compreender o comportamento dos mesmos antes da pandemia e compará-los com a sua reação ao surgimento do referido acontecimento. É importante analisar vários índices de diferentes países neste estudo, uma vez que ao compará-los entre si, pode verificar-se que a crise pandémica não terá tido o mesmo impacto em todos os países nem no mesmo período.

Outro objetivo específico igualmente definido prende-se com a avaliação da interdependência entre os mercados bolsistas. A interdependência entre os vários mercados em estudo torna-se relevante no sentido em que, no caso da existência da mesma, um determinado mercado bolsista que seja confrontado com um choque externo poderá fazer com que hajam repercussões noutro mercado bolsista. Para tal, é avaliada numa primeira fase a estacionariedade das séries temporais em estudo através dos testes ADF (Augmented Dickey-Fuller) e KPSS (Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin) e análise descritiva das séries antes do início da pandemia por COVID-19 e após esse momento. Com vista a avaliar a interdependência é aplicada a análise baseada na Causalidade à Granger e na DCCA (Detrended Cross Correlation Analysis).

#### **3.2 Recolha de dados**

Tendo em conta o objetivo geral do presente estudo, extraiu-se informação relativa às observações diárias do preço de fecho entre 2 de janeiro de 2019 e 1 de junho de 2021, de sete índices bolsistas: CAC 40; DAX 30; FTSE MIB; FTSE 100; PSI-20; S&P 500 e SSE180. O CAC 40 (Cotation Assistée en Continu) é um índice bolsista que é composto pelas 40 maiores empresas

cotadas em França. O DAX 30 (Deutscher Aktienindex) é o principal índice de mercado de ações da Alemanha, constituído pelas 30 grandes empresas cotadas na bolsa de valores de Frankfurt. O FTSE MIB (Financial Times Stock Exchange Milano Indice Borsa) é o principal índice da bolsa de valores italiana, composta por 350 empresas. O FTSE 100 (Financial Times Stock Exchange Index) é o principal índice do Reino Unido, calculado a partir das maiores 100 empresas. O PSI-20 (Portuguese Stock Index) é o principal índice de referência do mercado de capitais português, sendo composto pelas ações das vinte maiores empresas cotadas na bolsa de valores de Lisboa. O S&P500 (Standard & Poor's) é o principal índice norte-americano, composto por 500 ativos. Por fim, o Shanghai SE 180 (Shanghai Stock Exchange) é o principal índice da China que abrange todas as ações negociadas na bolsa de valores de Xangai.

A escolha dos títulos negociados em cada bolsa depende do turnover, dispersão acionista, liquidez, profundidades, regularidade e continuidade de formação de preços de emissões. Quanto menor o número de empresas incluídas no índice, maior a probabilidade do comportamento de apenas uma delas influenciar o movimento global do índice.

Por forma a analisar as diferenças sentidas com o aparecimento da atual pandemia, dividiu-se a amostra total em dois subperíodos, considerando o *cutting off point* a 31 de dezembro de 2019: subperíodo *Pré-COVID-19*, com dados compreendidos entre 2 de janeiro de 2019 e 31 de dezembro de 2019, inclusive e *Durante COVID-19*, com o período de 2 de janeiro de 2020 a 1 de junho de 2021.

### 3.3 Estacionariedade

Numa primeira fase, importa averiguar a estacionariedade das séries temporais. “A verificação da estacionariedade para todas séries a inserir num modelo econométrico permitirá a utilização correta do modelo, enquanto que a não verificação da estacionariedade obrigará à realização de determinadas alterações às séries ou à realização de testes adicionais” (Ferreira, 2013).

Para que seja possível fazer uma interpretação correta das séries temporais, importa definir o conceito de processo estocástico estacionário, comumente apelidado de estacionariedade, e o conceito de um processo estocástico designado como não estacionário. Gujarati e Porter (2008) descrevem que um processo estocástico é estacionário quando a média e a variância são constantes ao longo do tempo e o valor da covariância não depende do tempo, mas sim do desfaseamento entre dois períodos. Ao nível da literatura de séries temporais, o

processo estocástico é também denominado como fracamente estacionário, estacionário em covariância, estacionário de segunda ordem ou, ainda, como processo estocástico. As premissas de um processo estocástico, em termos matemáticos, traduzem-se pelas seguintes expressões:

$$\text{Média: } E(Y_t) = \mu \quad (1)$$

$$\text{Variância: } \text{var}(Y_t) = E(Y_t - \mu)^2 = \sigma^2 \quad (2)$$

$$\text{Covariância: } \gamma_k = E[(Y_t - \mu)(Y_{t+k} - \mu)] \quad (3)$$

onde  $\gamma_k$ , covariância com desfasamento  $K$ , é a covariância entre  $Y_t$  e  $Y_{t+k}$ , ou seja, entre dois períodos de tempo diferentes,  $Y$  e  $K$ . Se considerarmos  $K=0$ , obtém-se  $\gamma_0$ , que corresponde simplesmente à variância de  $Y (= \sigma^2)$ . Se  $K=1$ , obtém-se  $\gamma_1$ , que se traduz na covariância entre os dois valores adjacentes a  $Y$ . De uma forma geral, uma série temporal é considerada estacionária quando a sua média, variância e covariância permanecem iguais, independentemente do ponto em que medimos.

Por sua vez, estamos perante um processo estocástico não estacionário quando a média de uma série temporal depende do tempo, ou quando a variância varia ao longo do tempo, ou ainda, em ambos os casos, em que tanto a média como a variância se alteram num determinado período de tempo (Gujarati e Porter, 2008). No caso de estarmos presente de uma série temporal não estacionária, o estudo só é possível para o período considerado, não sendo possível generalizar para outros períodos de tempo. Sendo que, para efeitos de previsão, os resultados provenientes poderão ser enviesados e com pouco valor prático para o resultado final.

### 3.3.1 Teste Augmented Dickey Fuller (ADF)

Segundo Dickey e Fuller (1979, 1981), o teste Augmented Dickey-Fuller possibilita averiguar a existência, ou não, de raízes unitárias nas séries temporais utilizadas no presente estudo, isto é, se as variáveis em estudo são estacionárias ou não estacionárias. De acordo com Bentes (2011), o teste ADF é explicado pela seguinte regressão em função de  $Y_t$ :

$$\Delta Y_t = \omega + \delta t + (\rho - 1)Y_{t-1} + \sum_{i=1}^{\rho} \lambda_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (4)$$

em que,  $\omega + \delta t$  define a tendência determinística,  $\varepsilon_t$  é o termo de erro de ruído branco e onde  $\Delta Y_{t-1} = (Y_{t-1} - Y_{t-2})$ ,  $\Delta Y_{t-2} = (Y_{t-2} - Y_{t-3})$ , etc. O número de termos desfasados a incluir é determinado empiricamente, acrescentando tantos desfasamentos quanto o necessário de forma a que  $\varepsilon_t$  não sofra de autocorrelação, de forma a obtermos uma estimativa não enviesada de  $\delta$ , coeficiente de  $Y_{t-1}$  (Gujarati e Porter 2008).

Desta forma, em conformidade com Dickey e Fuller (1979), Dickey e Fuller (1981), Gujarati e Porter (2008) e Ferreira (2013), o teste ADF é um teste unilateral esquerdo, sendo que a hipótese nula indica que a série é não estacionária, logo:

$$H_0: \rho - 1 = 0, \text{ existência de raiz unitária logo a série é não estacionária}$$

$$H_1: \rho - 1 < 0, \text{ a série é estacionária.}$$

Pelo que, quando o valor obtido da estatística de teste é inferior ao valor crítico, rejeitamos a hipótese nula, estando perante uma série temporal estacionária.

### 3.3.2 Teste Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS)

Em 1992, Kwiatkowski, Phillips, Schmidt e Shin, desenvolveram o teste KPSS com o objetivo de conferir e afirmar os resultados obtidos nos testes de raiz unitária, como o teste ADF mencionado acima (Nusair, 2003). Segundo Bentes (2011), a estatística do teste KPSS é traduzida da seguinte forma:

$$Y_t = \mu t + Z_t + \mu_t \tag{5}$$

$$Z_t = Z_{t-1} + \varepsilon_t \tag{6}$$

recorrendo ao teste LM, multiplicadores de Lagrange:

$$LM = \frac{\sum_{t=1}^T S_t^2}{\hat{\sigma}_u^2} \tag{7}$$

onde  $S_t = \sum_{r=1}^t \hat{u}_r$  representa a soma dos valores residuais da regressão estimada em função de  $X_t$  sobre uma constante e uma tendência determinista,  $\hat{\mu}_t = xt - \hat{\mu}t - \hat{Z}_0$ .

Conforme descrito por Ferreira (2013), o teste KPSS é considerado um teste de estacionariedade em que a hipótese nula é a existência de estacionariedade, sendo que a hipótese alternativa corresponde à existência de uma raiz unitária, logo:

$$H_0: \rho < 0, \text{ a série é estacionária}$$

$$H_1: \rho = 0, \text{ existência de raiz unitária, logo a série é não estacionária.}$$

Pelo que se rejeita a hipótese nula se o valor observado da estatística de teste for superior ao valor crítico.



### 3.4 Teste Jarque-Bera (JB)

O teste proposto por Jarque e Bera (1980) é um teste à normalidade, que se baseia na diferença entre os coeficientes de simetria e de curtose dos dados  $y_1, y_2, \dots, y_n$  e àqueles da distribuição normal. (Lucambio, 2008)

Segundo Lucambio (2008), a hipótese nula do teste de Jarque-Bera representa a normalidade dos dados, contrariamente à hipótese alternativa que corresponde à não normalidade dos dados, logo:

$$H_0: y_1, y_2, \dots, y_n \sim N(\mu, \sigma^2)$$

$$H_1: \text{não } H_0$$

Ferreira (2006) refere que estatística de teste segue uma distribuição qui-quadrado com 2 graus de liberdade e é dada por:

$$JB = n \left( \frac{\hat{\alpha}_1}{6} + \frac{(\hat{\alpha}_2 - 3)^2}{24} \right) \quad (8)$$

onde,  $\hat{\alpha}_1$  e  $\hat{\alpha}_2$  são os coeficientes de assimetria e de curtose da amostra, respetivamente, e  $n$  é o tamanho da amostra.

Desta forma, rejeita-se a normalidade quando o valor da estatística de teste  $JB$  for superior ao valor crítico.

### 3.5 Teste de comparação de médias

Segundo Oliveira (2008) o teste de comparação de média frequentemente utilizado corresponde ao teste t. Desta forma, é possível comparar médias de dois grupos,  $X$  e  $Y$ , através do seguinte teste de hipóteses, onde a hipótese nula representa a igualdade das mesmas:

$$H_0: \mu_X = \mu_Y$$

$$H_1: \mu_X \neq \mu_Y$$

A estatística deste teste segue uma distribuição t-Student e é dada por:

$$T = \frac{(\bar{X} - \bar{Y}) - (\mu_X - \mu_Y)}{\sqrt{\frac{\sigma_X^2}{n_X} + \frac{\sigma_Y^2}{n_Y}}} \sim t_{n_X + n_Y - 2} \quad (9)$$

Desta forma, rejeita-se a igualdade das médias quando o valor do  $p$ -value é inferior ao nível de significância especificado.

### 3.6 Teste de comparação de variâncias

Segundo Oliveira (2008), é possível comparar a variância de dois grupos através do teste F. O teste F segue uma distribuição F-Snedecor, onde a hipótese nula corresponde à igualdade das variâncias, logo:

$$H_0: \sigma^2_X = \sigma^2_Y$$

$$H_1: \sigma^2_X \neq \sigma^2_Y$$

Com a seguinte estatística de teste:

$$F = \frac{\sigma^2_X}{\sigma^2_Y} \sim F_{n_x-1; n_y-1} \quad (10)$$

Assim, rejeita-se a hipótese nula quando o valor do *p-value* é inferior ao nível de significância especificado.

### 3.7 Coeficiente de correlação de Pearson (r)

Segundo Moore (2007), a correlação mede a direção e o grau de relação linear entre duas variáveis quantitativas, definindo o coeficiente de correlação de Pearson (r) como “uma medida de associação linear entre variáveis”.

Para Britto et al. (2009), o conceito de correlação está intimamente ligado ao conceito de “associação” e “linearidade”. Estatisticamente, duas variáveis associam-se pela semelhança na distribuição de frequências ou pela partilha da variância. Por outro lado, o modelo linear pressupõe que o aumento ou decréscimo de uma unidade na variável X tenha o mesmo impacto na variável Y.

Stockwell (2008) afirma que existe correlação quando a variável X e Y têm uma relação linear, num determinado conjunto de dados. A definição de correlação é dada por:

$$\rho_{XY} = \frac{cov(xy)}{\sigma_x \sigma_y} \quad (11)$$

onde  $cov(xy)$  corresponde à covariância entre as variáveis e  $\sigma_x \sigma_y$  é o desvio padrão das variáveis X e Y, respetivamente. Esta medida varia entre -1 e 1, inclusive. Um valor de coeficiente de correlação igual a 1, traduz-se numa correlação positiva perfeita, enquanto, -1 corresponde uma correlação negativa perfeita. Um valor nulo significa que não existe evidência de correlação, ressalvando de que uma medida de correlação igual a 0 não significa que as variáveis em estudo não têm relação, apenas não mantêm uma relação linear dentro dos dados utilizados

para o efeito. Importa realçar que o coeficiente de correlação não implica uma relação de causalidade, quantificando apenas a relação entre as variáveis.

### 3.8 Causalidade “à Granger”

A questão da causalidade não é consensual nas diferentes áreas científicas como a Estatística, Filosofia, Álgebra, entre outras, sendo, portanto, necessário definir o conceito de causalidade.

Em termos de conceito base, causalidade é uma ligação entre causa e efeito, dando ainda origem ao princípio da causalidade em que esta afirma que toda e qualquer ação tem uma causa e que, nas mesmas condições, essa causa produz o mesmo efeito.

Hidalgo e Sekhon (2011) definem causalidade como uma relação entre dois grupos de eventos, o primeiro conjunto refere-se aos efeitos, enquanto que o segundo representa as causas, isto é, a consequência direta das ações do primeiro conjunto. Por sua vez, Gujarati e Porter (2008) acrescentam ainda que, em termos estatísticos, a existência de relação entre as variáveis em estudo, não implica causalidade ou influencia entre as mesmas, no entanto, no caso de regressões que envolvem dados de séries temporais, a ideia de precedência do tempo significa uma relação causal, isto é, “Se o evento A acontecer antes do evento B, então é possível que A cause B. No entanto, não é possível que B cause A. Os eventos do passado podem fazer acontecer os eventos que aconteçam hoje.”

Com base no teste de causalidade “à Granger” é possível analisar a existência do efeito da causalidade entre variáveis a nível estatístico, e ainda, averiguar se a alteração identificada numa certa variável tem alguma precedência sistemática às alterações de uma outra variável.

O teste de causalidade “à Granger” envolve a estimação das seguintes regressões:

$$X_t = \sum_{i=1}^m \alpha_i Y_{t-i} + \sum_{i=1}^m \beta_i X_{t-i} + \varepsilon_{1t} \quad (12)$$

$$Y_t = \sum_{i=1}^m \lambda_i Y_{t-i} + \sum_{i=1}^m \delta_i X_{t-i} + \varepsilon_{2t} \quad (13)$$

onde se assume que  $\varepsilon_{1t}$  e  $\varepsilon_{2t}$  não estão correlacionados.

A primeira regressão assinala que os valores atuais da variável  $X$  estão relacionados com os valores passados de si mesma, bem como com valores desfasados de  $Y$ ; enquanto que a segunda regressão mostra um comportamento idêntico, mas em relação à variável  $Y$ .

Por fim, após a realização do referido teste, é possível obtermos um dos três resultados possíveis, considerando as seguintes preposições: i) causalidade unilateral ( $X$  causa “à Granger” a  $Y$  ou  $Y$  causa “à Granger” a  $X$ ), em que os coeficientes de correlação de uma variável desfasada para outra são conjuntamente diferentes de zero numa direção e não são estatisticamente

diferentes de zero na direção contrária; ii) bicausalidade ou simultaneidade, em que as duas variáveis se explicam uma à outra; iii) independência em que as duas variáveis não demonstram qualquer evidência estatística de causalidade em ambas as direções.

### 3.9 Detrended Cross Correlation Analysis (DCCA)

Ao comparar o comportamento de diferentes séries temporais, a possibilidade de não estacionariedade, impossibilita o uso de algumas técnicas econométricas. Até mesmo com séries cointegradas, os resultados dos métodos tradicionais não podem ser totalmente interpretados com precisão, como os testes de hipóteses para analisar a correlação entre séries. Nesse sentido, surge então o método DCCA. (Dionísio et al., 2017)

O Detrended Cross Correlation Analysis (DCCA) advém do método *Dentrended Fluctuation Analysis* (DFA). O coeficiente do DCCA tem como objetivo quantificar o nível de correlação cruzada entre duas séries temporais (que podem ser não estacionárias), e tem sido aplicado em diferentes áreas como a climatologia, geofísica, mercado de ações e criminalidade (Latorre, 2018). No caso dos mercados financeiros, torna-se imperial a aplicação deste novo método, uma vez que a complexidade dos mesmos relacionada com a existência de diferentes agentes, com diferentes interesses, é potencializada em períodos de maior instabilidade, revelando características diferentes com mais clareza (Guo et al., 2021).

Segundo Guedes et al. (2017), o método DCCA é realizado em cinco etapas:

Etapa I: considerando duas séries temporais,  $\{x_t\}$  e  $\{y_t\}$ , em que  $t = 1, 2, \dots, N$  (comprimento da série temporal). Daí, integramos essas séries temporais, obtendo duas novas séries:

$$xx_k = \sum_{t=1}^k x_t \quad (14)$$

$$yy_k = \sum_{t=1}^k y_t \quad (15)$$

em que,  $k = 1, 2, \dots, N$ .

Etapa II: divisão das duas séries temporais integradas,  $\{xx_k\}$  e  $\{yy_k\}$ , em  $(N - n)$  caixas sobrepostas de comprimento igual a  $n$ , em que  $4 \leq n \leq \frac{N}{4}$ .

Etapa III: cálculo da tendência local de cada caixa por um ajuste de mínimos quadrados de cada série,  $xP_i(k)$  e  $yP_i(k)$  e cálculo da covariância dos resíduos em cada caixa:

$$f_{xy}^2(n, i) = \frac{1}{(n+1)} \sum_{k=i}^{i+n} (xx_k - xP_i(k))(yy_k - yP_i(k)) \quad (16)$$

Etapa IV: a média de todas as caixas sobrepostas ( $N - n$ ) é calculada, por forma a obter a nova função de covariância:

$$F_{xy}^2(n) = \frac{1}{(N-n)} \sum_{i=1}^{N-m} f_{xy}^2(n, i) \quad (17)$$

Etapa V: cálculo do coeficiente de correlação cruzada  $\rho_{DCCA}$ , definido por:

$$\rho_{DCCA}(n) = \frac{F_{xy}^2(n)}{F_{xx}(n)F_{yy}(n)} \quad (18)$$

O coeficiente de correlação cruzada,  $\rho_{DCCA}$ , está compreendido entre -1 e 1. No caso do  $\rho_{DCCA}$  apresentar um valor igual a 0, conclui-se que não existe correlação cruzada, enquanto que, quando  $\rho_{DCCA}$  ostentar valores -1 e 1, isto significa a presença de correlação cruzada, sendo ela negativa ou positiva, respetivamente (Mohti et al., 2019).

Segundo Mohti et al. (2019), é ainda possível analisar a evolução financeira ao longo do tempo, através do cálculo de  $\Delta\rho_{DCCA}$ , em dois períodos consecutivos:

$$\Delta\rho_{DCCA} = \rho_{DCCA_t} - \rho_{DCCA_{t-1}} \quad (19)$$

Caso  $\Delta\rho_{DCCA}$  apresentar valores positivos, a integração financeira aumentou ao longo do tempo, enquanto, que se  $\Delta\rho_{DCCA}$  for negativo, verifica-se o inverso.

Importa ainda avaliar a significância estatística de  $\Delta\rho_{DCCA}(n)$  através de um teste bilateral:

$$H_0: \Delta\rho_{DCCA}(n) = 0$$

$$H_1: \Delta\rho_{DCCA}(n) \neq 0$$

A rejeição da hipótese nula representa que as alterações na correlação entre períodos de tempo são estatisticamente significativas. Valores positivos e significativos de  $\Delta\rho_{DCCA}$ , aumentam o sinal e consequentemente aumentam os níveis de integração (Mohti et al., 2019).

## 4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com o objetivo de avaliar o impacto da atual crise sanitária no comportamento dos mercados bolsistas, extraiu-se informação relativa às cotações de fecho diárias no período entre 2 de janeiro de 2019 e 1 de junho de 2021 da base de dados do site *investing.com*, considerando o *cutting off point* a 31 de dezembro de 2019.

Numa primeira fase, e com o intuito de compreender e comparar o comportamento antes e após o surgimento da COVID-19, procedeu-se à análise dos índices bolsistas em estudo, no que se refere à evolução, taxas de rendibilidades, testes à estacionariedade e análise descritiva.

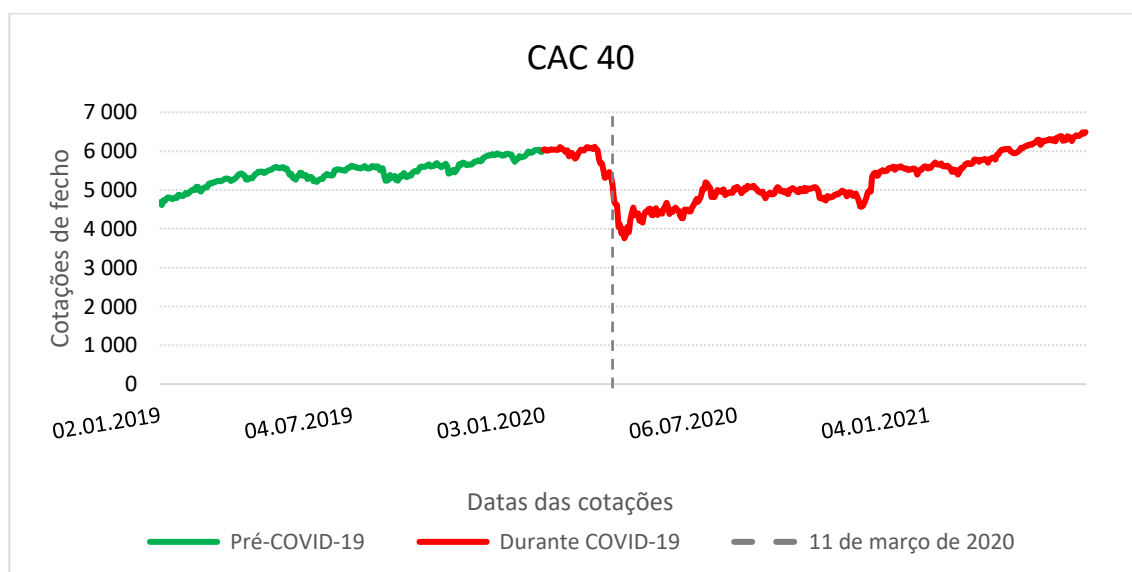
De seguida, por forma a avaliar a interdependência entre os mercados bolsistas, procedeu-se à análise da relação de curto prazo entre índices, com recurso às taxas de rendibilidade dos mesmos. A análise de relação de curto prazo é avaliada através do coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ), teste de causalidade “à Granger” e ainda pelo coeficiente de correlação baseado no DCCA.

Por fim, é ainda feita uma síntese do capítulo com os principais resultados.

### 4.1 Evolução dos índices bolsistas

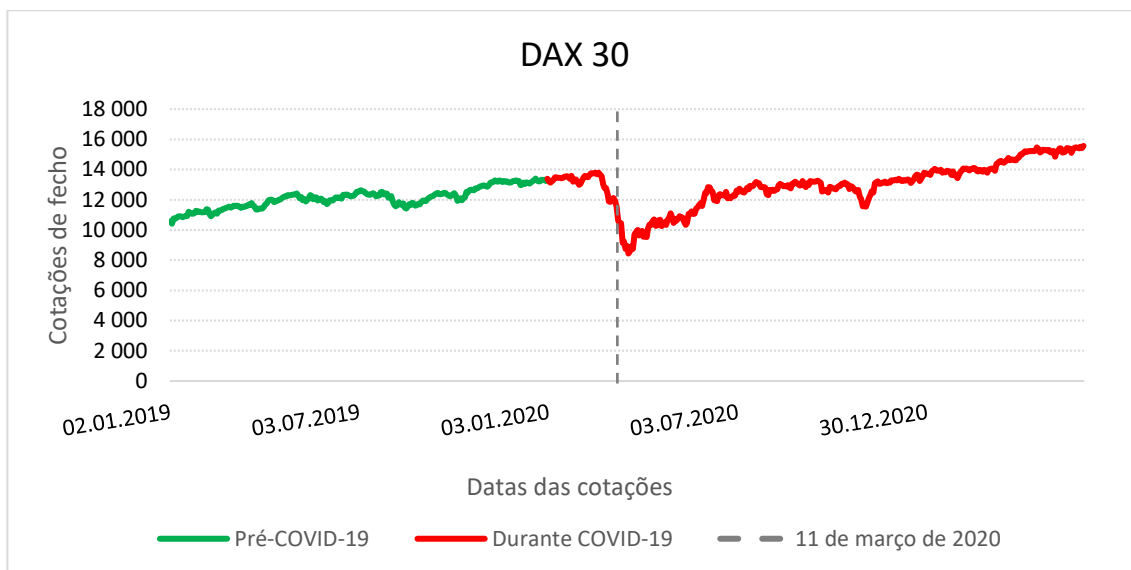
As Figuras 1 a 7 seguintes apresentam a evolução dos índices bolsistas durante o período em estudo.

Figura 1: Evolução das cotações de fecho diárias do índice CAC 40.



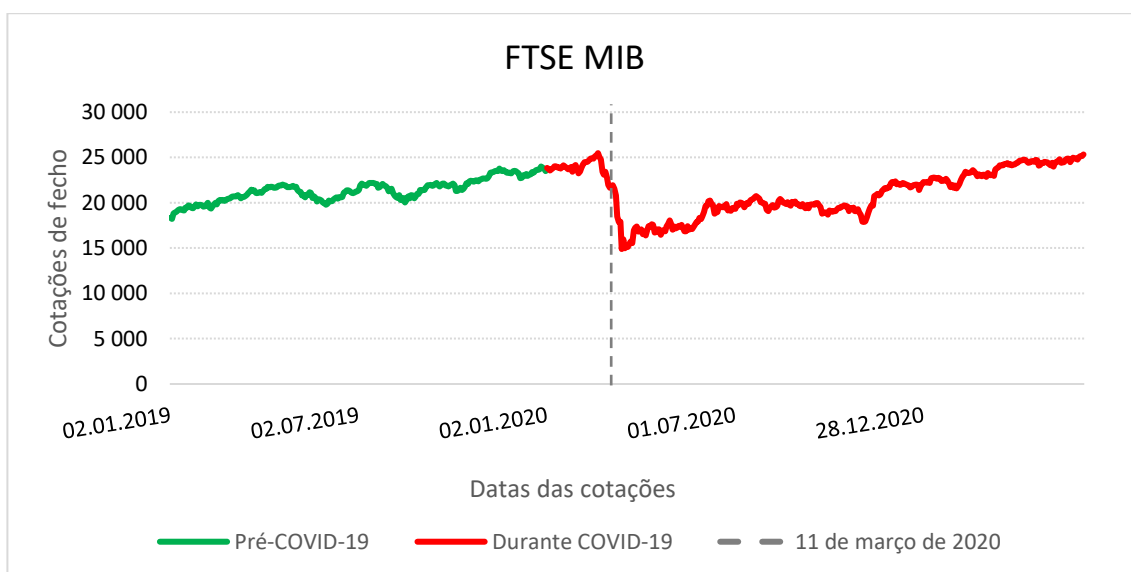
Fonte: *Investing.com*, elaboração própria.

Figura 2: Evolução das cotações de fecho diárias do índice DAX 30.



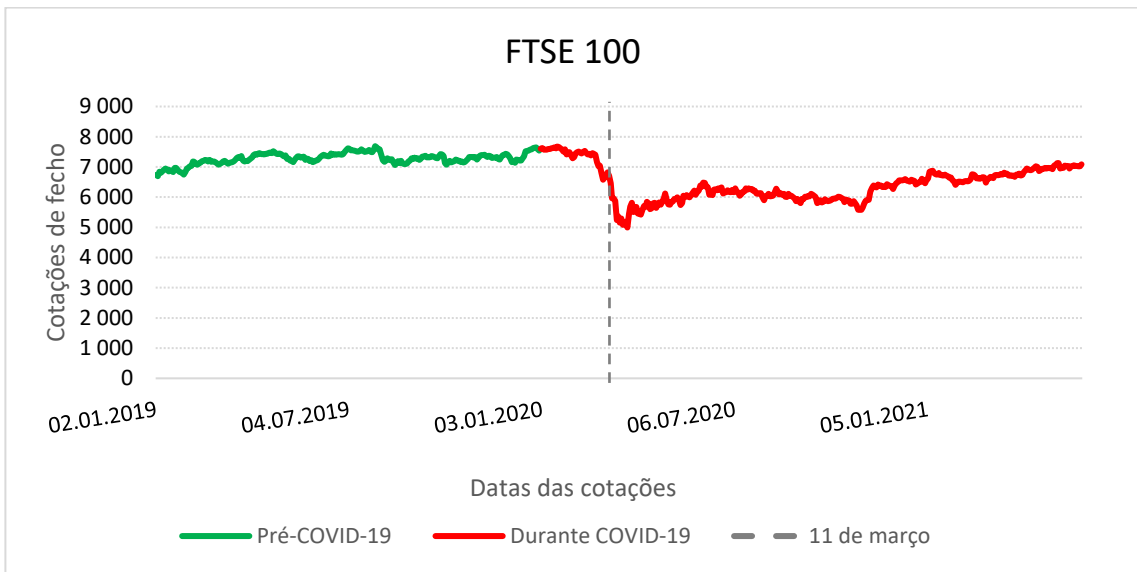
Fonte: Investing.com, elaboração própria.

Figura 3: Evolução das cotações de fecho diárias do índice FTSE MIB.



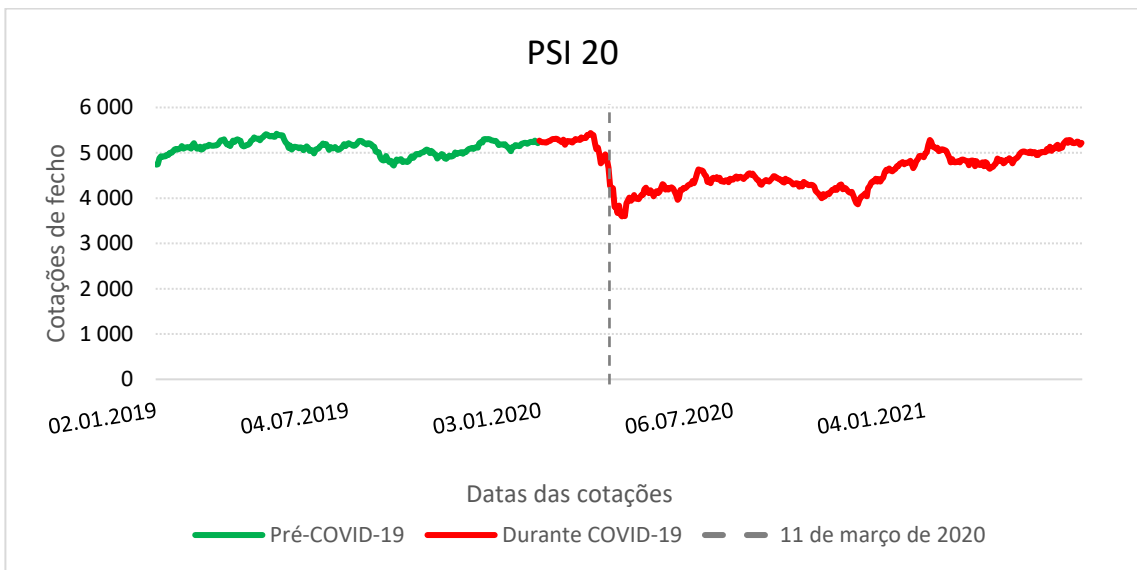
Fonte: Investing.com, elaboração própria.

Figura 4: Evolução das cotações de fecho diárias do índice FTSE 100.



Fonte: Investing.com, elaboração própria.

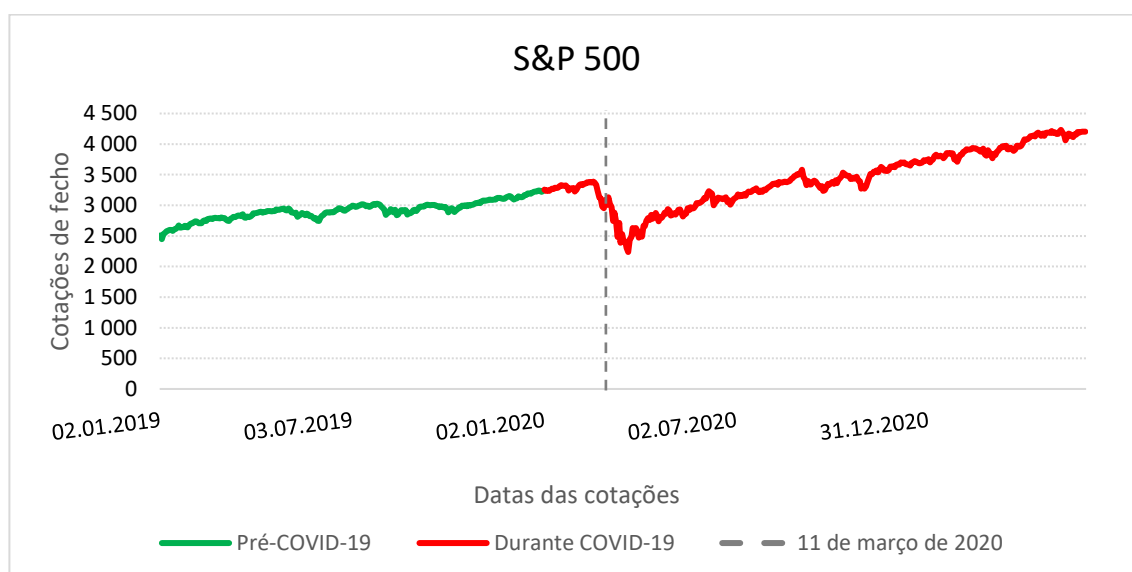
Figura 5: Evolução das cotações de fecho diárias do índice PSI 20.



Fonte: Investing.com, elaboração própria.

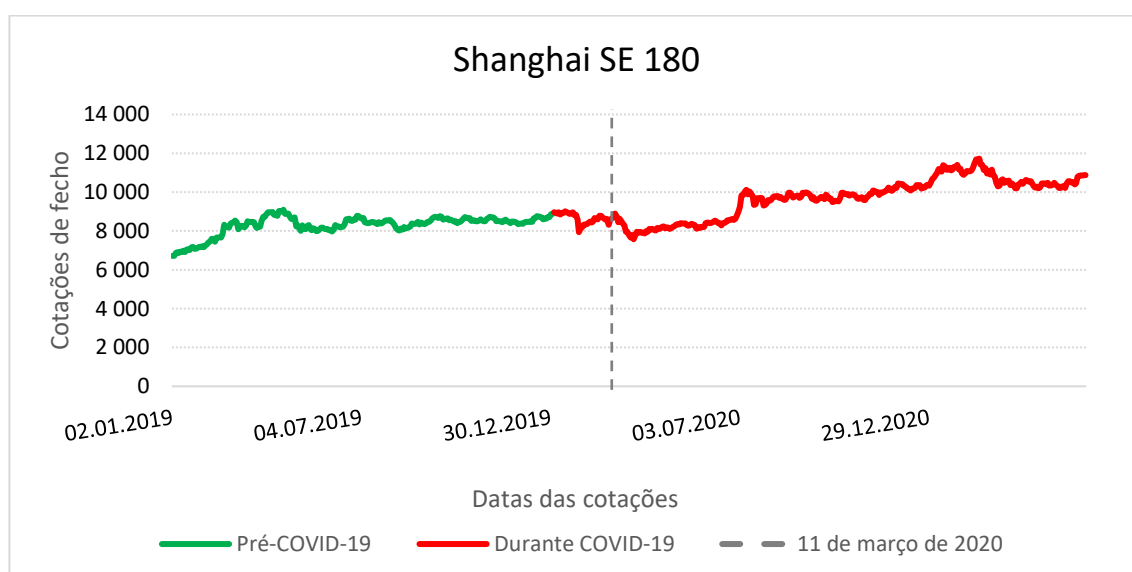


Figura 6: Evolução das cotações de fecho diárias do índice S&P 500.



Fonte: Investing.com, elaboração própria.

Figura 7: Evolução das cotações de fecho diárias do índice Shanghai SE 180.



Fonte: Investing.com, elaboração própria

Ao analisar comparativamente a evolução da cotação dos preços de fecho de cada índice bolsista individualmente, é possível assinalar uma quebra em todos eles, exceto no índice representativo da China. Essa quebra dá-se no subperíodo da nossa amostra denominado *Durante COVID-19*, sendo que esta era já expectável tendo em conta toda a instabilidade que a atual pandemia provocou, comprovando a Hipótese dos Mercados Eficientes, onde Fama (1970)

refere que, havendo novas informações, os mercados tendem a reagir através de movimentos bruscos.

Desta forma, parece verificar-se um certo sincronismo entre o comportamento de cada mercado em estudo, com quedas acentuadas em simultâneo em momentos de instabilidade, o que nos poderá levar a crer que estes estão relacionados entre si, tal como Júnior e Franca (2011) e De Sousa e Pires Manso (2016) afirmaram.

## 4.2 Rendibilidades dos índices bolsistas

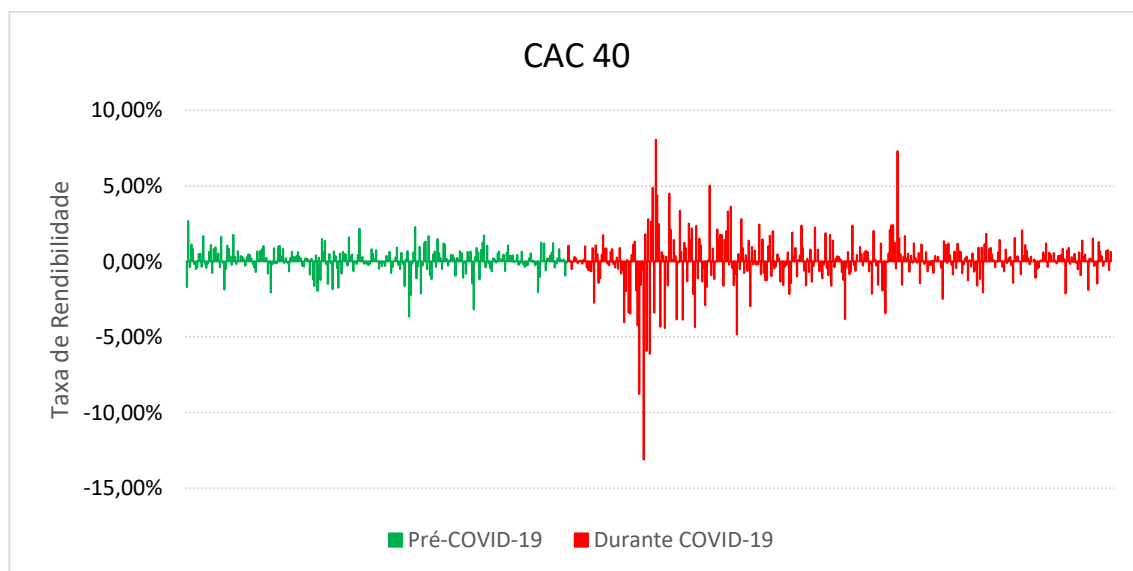
Por forma a eliminar eventuais erros devido às diferentes moedas de cotação dos mercados em estudo, são alvo de estudo taxas de rendibilidade. Nesse sentido, foram calculadas as taxas de rendibilidade de cada índice através da seguinte expressão:

$$r_t = \ln P_t - \ln P_{t-1} \quad (20)$$

onde,  $P_t$  e  $P_{t-1}$  representam as cotações de fecho no momento  $t$  e  $t-1$ , respetivamente.

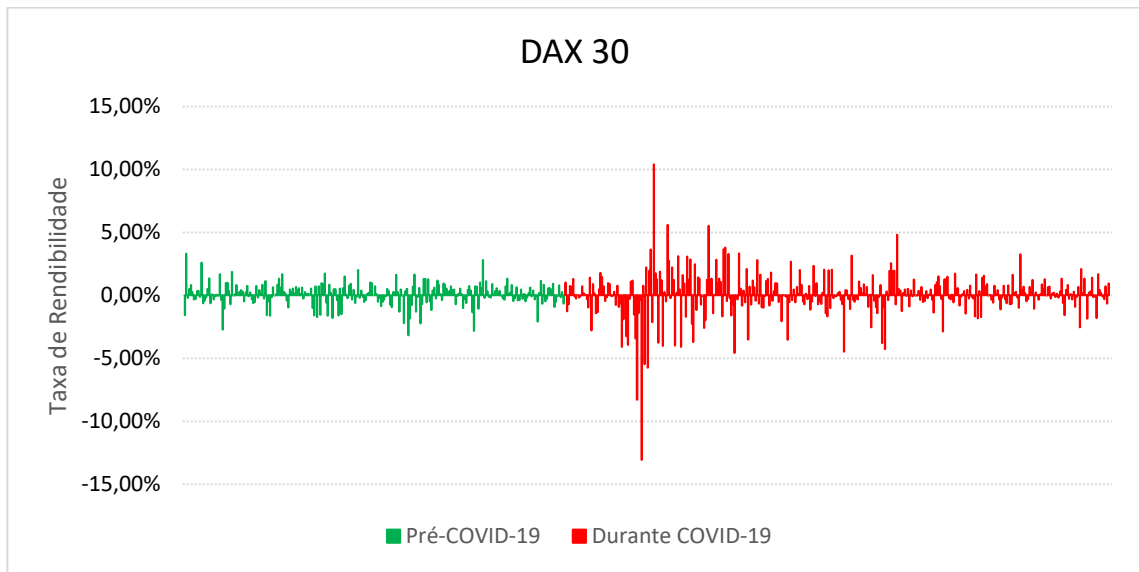
As Figuras 8 a 14 ilustram as rendibilidades diárias de cada índice bolsista no período temporal considerado.

Figura 8: Evolução da taxa de rendibilidade diária do índice CAC 40.



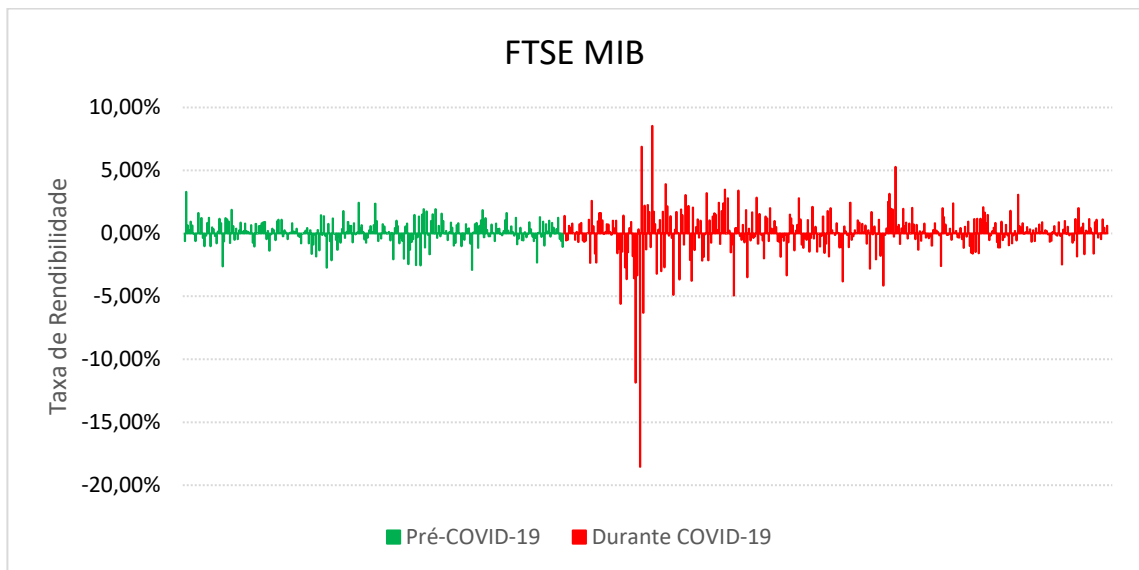
Fonte: Elaboração própria.

Figura 9: Evolução da taxa de rentabilidade diária do índice DAX 30.



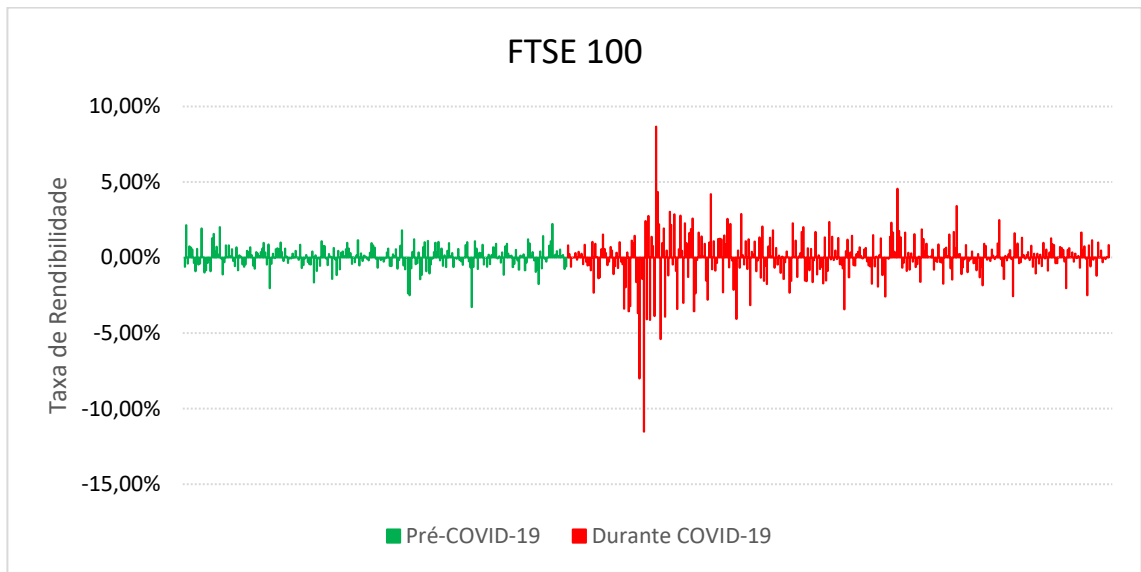
Fonte: Elaboração própria.

Figura 10: Evolução da taxa de rentabilidade diária do índice FTSE MIB.



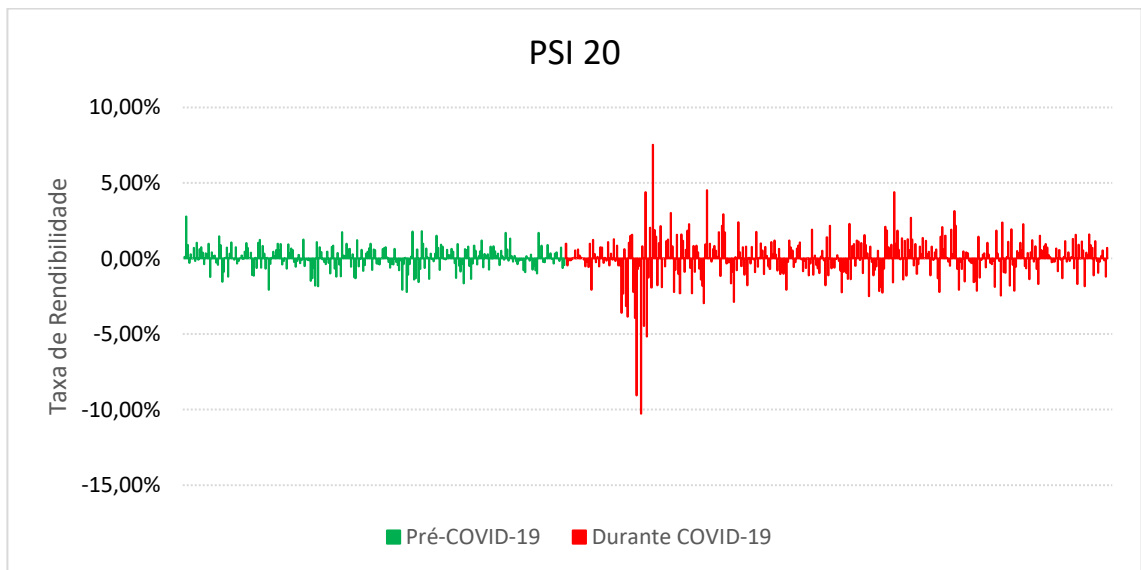
Fonte: Elaboração própria.

Figura 11: Evolução da taxa de rentabilidade diária do índice FTSE 100.



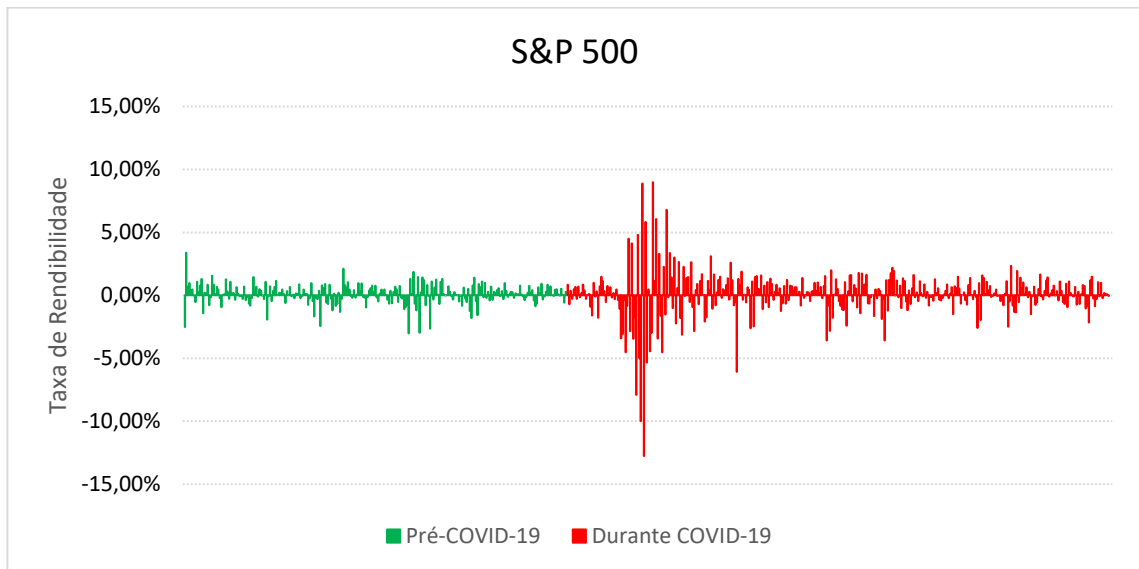
Fonte: Elaboração própria.

Figura 12: Evolução da taxa de rentabilidade diária do índice PSI 20.



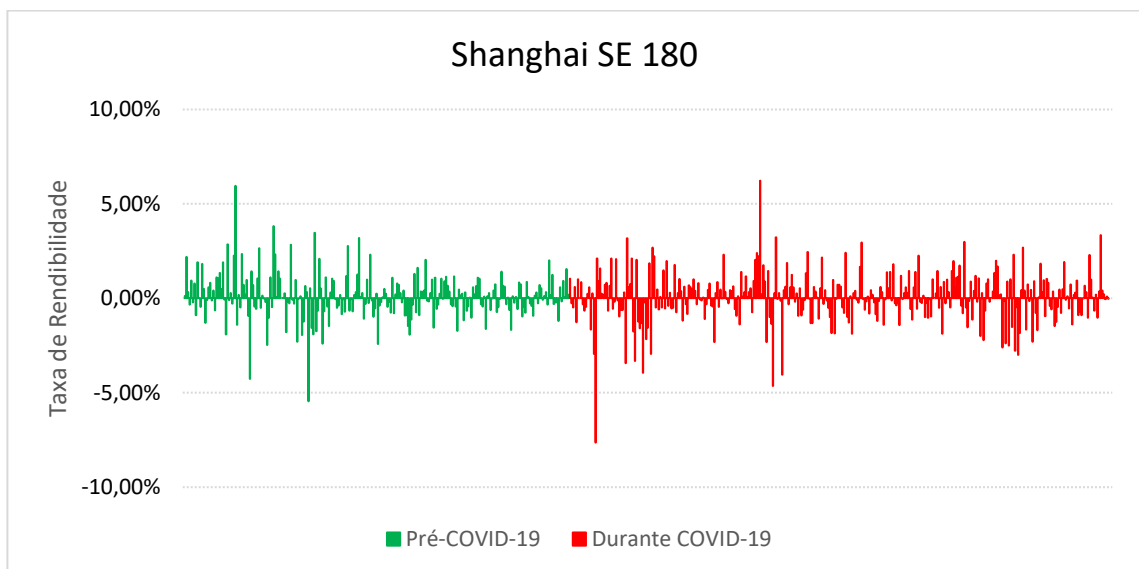
Fonte: Elaboração própria.

Figura 13: Evolução da taxa de rentabilidade diária do índice S&P 500.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 14: Evolução da taxa de rentabilidade diária do índice Shanghai SE 180.



Fonte: Elaboração própria.

Através da análise das Figuras 8 a 14, acima apresentados, é possível verificar que no período denominado como *Pré-COVID-19*, a taxa de rentabilidade não vai além dos 5%, não tendo grandes variações, contrariamente ao período denominado *Durante COVID-19*, em que se verifica grandes mudanças no que diz respeito à rentabilidade dos índices, exceto o índice bolsista chinês em que não se denota uma diferença tão elevada em comparação com os demais.

#### 4.2.1 Estacionariedade das rendibilidades

Conforme descrito na secção 3.3 da presente dissertação, é imprescindível verificar a estacionariedade de todas as séries temporais, através dos testes ADF e KPSS os quais resultaram nos seguintes resultados, representados na tabela 1:

*Tabela 1- Resultados dos testes ADF e KPSS das rendibilidades de cada índice no período de 2 de janeiro de 2019 a 1 de junho de 2021.*

	<b>Teste ADF</b>	<b>Teste KPSS</b>
	<b>Z(t)</b>	<b>Z(t)</b>
<b>CAC 40</b>	-10,926	0,112
<b>DAX 30</b>	-11,103	0,064
<b>FTSE MIB</b>	-10,550	0,102
<b>FTSE 100</b>	-11,875	0,093
<b>PSI 20</b>	-10,963	0,097
<b>S&amp;P 500</b>	-12,860	0,055
<b>Shanghai SE 180</b>	-11,887	0,069

*Fonte: Elaboração própria.*

*Nota: Valores Críticos do teste ADF: -3,430 (1%) e -2,860 (5%) e do teste KPSS: 0,119 (1%) e 0,146 (5%).*

Relativamente ao teste ADF, a hipótese nula deste representa a não estacionariedade da série. Ao analisar a tabela acima, é possível verificar que o valor obtido da estatística de teste,  $Z(t)$ , é manifestamente inferior ao valor crítico, tanto para um nível de significância de 5% como 1%, levando assim à rejeição de  $H_0$ , concluindo que as rendibilidades de todos os índices bolsistas em estudo são estacionárias.

Por sua vez, o teste KPSS confirma os resultados obtidos a partir do teste ADF, em que todas as rendibilidades presentes são estacionárias, uma vez que não se rejeita a hipótese nula deste teste, a qual indica a estacionariedade porque o valor obtido da estatística de teste é inferior ao valor crítico.

Os resultados acima obtidos são estatisticamente similares aos obtidos por Kenourgios (2014) e Baumöhl et al. (2020), que concluíram também estarem perante séries estacionárias. Estes resultados permitirão uma correta aplicação dos testes necessários de forma a prosseguir o nosso estudo.

#### 4.2.2 Medidas de estatística descritiva das rendibilidades diárias

Por forma de aprofundar o estudo relativo à rendibilidade de cada mercado, procedeu-se à análise mais detalhada da mesma, vide Tabela 2.

*Tabela 2- Medidas de estatística descritiva das rendibilidades diárias de cada índice no período 2 de janeiro de 2019 a 1 de junho de 2021.*

	Média	Desvio-padrão	Máximo	Mínimo	Assimetria	Curtose	Teste JB	P-value
<b>CAC 40</b>	0,000527	0,015	0,081	-0,131	-1,465	15,794	6622,663	0,000
<b>DAX 30</b>	0,000635	0,015	0,104	-0,131	-1,061	15,230	5989,929	0,000
<b>FTSE MIB</b>	0,000529	0,016	0,085	-0,185	-3,055	34,311	30920,841	0,000
<b>FTSE 100</b>	0,000082	0,013	0,087	-0,115	-1,234	14,386	5405,864	0,000
<b>PSI 20</b>	0,000155	0,013	0,075	-0,103	-1,224	13,157	4596,880	0,000
<b>S&amp;P 500</b>	0,000849	0,015	0,090	-0,128	-1,108	16,640	7127,315	0,000
<b>Shanghai SE 180</b>	0,000824	0,013	0,062	-0,076	-0,287	4,512	505,044	0,000

*Fonte: Elaboração própria*

Após a análise da Tabela 2, verifica-se que a média das rendibilidades diárias de todos os índices em estudo apresenta valores muito próximos de zero, destacando-se o índice americano e chinês que revelam valores superiores aos demais, enquanto no sentido inverso, a média do índice do Reino Unido é bastante inferior aos restantes. De todos os índices, o índice representativo da Itália é o que exibe uma maior dispersão em torno da média.

Outra medida de estatística descritiva que importa realçar é a assimetria. A assimetria indica o afastamento da simetria de uma distribuição. Relativamente à nossa amostra, é evidente que as rendibilidades de todos os índices apresentam uma distribuição assimétrica negativa, destacando-se, uma vez mais, o índice bolsista Shanghai SE 180 com valores superiores aos demais.

Relativamente à curtose, grau de achatamento de uma distribuição, verifica-se que valores são positivos e superiores aos previstos para uma distribuição normal (0) indicando que a distribuição empírica das rendibilidades diárias em estudo, é leptocúrtica. Neste contexto, importa identificar que o índice italiano apresenta o maior valor de curtose (34,311). Por outro lado, o índice chinês apresenta um valor bastante inferior aos restantes (4,512).

Por forma a comprovar a não normalidade da amostra, foi realizado o teste Jarque-Bera. Este teste tem como hipótese nula a normalidade. Tendo por base os resultados da Tabela 2, constata-se que para todos os índices bolsistas rejeita-se  $H_0$ , para qualquer nível de significância, atestando assim a não normalidade dos dados. Também é possível chegar à mesma

conclusão através da visualização gráfica dos histogramas que evidenciam a presença de curtose e a não normalidade (Anexo 2).

Com o intuito de analisar as diferenças sentidas com o aparecimento da crise sanitária atual, dividiu-se a amostra em dois subperíodos: *Pré-COVID-19*, com dados compreendidos entre 2 de janeiro de 2019 e 31 de dezembro de 2019, inclusive e *Durante COVID-19*, com o período de 2 de janeiro de 2020 a 1 de junho de 2021. As Tabelas 3, 4 e 5 apresentam as medidas descritivas das rendibilidades diárias dos dois subperíodos em estudo.

*Tabela 3- Medidas de estatística descritiva das rendibilidades diárias de cada índice no período 2 de janeiro de 2019 a 31 de dezembro de 2019.*

	<b>Média</b>	<b>Desvio-padrão</b>	<b>Máximo</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Assimetria</b>	<b>Curtose</b>	<b>Teste JB</b>	<b>P-value</b>
<b>CAC 40</b>	0,000956	0,008	0,027	-0,036	-0,743	2,644	236,028	0,000
<b>DAX 30</b>	0,000900	0,009	0,033	-0,032	-0,357	1,973	111,536	0,000
<b>FTSE MIB</b>	0,000991	0,009	0,033	-0,029	-0,389	1,296	58,188	0,000
<b>FTSE 100</b>	0,000450	0,007	0,022	-0,033	-0,441	2,217	144,474	0,000
<b>PSI 20</b>	0,000375	0,008	0,028	-0,022	-0,154	0,618	12,241	0,002
<b>S&amp;P 500</b>	0,001006	0,008	0,034	-0,030	-0,641	3,324	321,015	0,000
<b>Shanghai SE 180</b>	0,001148	0,012	0,060	-0,055	0,197	4,464	490,413	0,000

*Fonte: Elaboração própria.*

*Tabela 4- Medidas de estatística descritiva das rendibilidades diárias de cada índice no período 2 de janeiro de 2020 a 1 de junho de 2021.*

	<b>Média</b>	<b>Desvio-padrão</b>	<b>Máximo</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Assimetria</b>	<b>Curtose</b>	<b>Teste JB</b>	<b>P-value</b>
<b>CAC 40</b>	0,000227	0,018	0,081	-0,131	-1,303	11,516	3578,190	0,000
<b>DAX 30</b>	0,000450	0,018	0,104	-0,131	-0,972	11,368	3369,286	0,000
<b>FTSE MIB</b>	0,000207	0,020	0,085	-0,185	-2,859	26,271	18402,894	0,000
<b>FTSE 100</b>	-0,000177	0,016	0,087	-0,115	-1,093	10,204	2763,170	0,000
<b>PSI 20</b>	0,000001	0,015	0,075	-0,103	-1,158	9,933	2670,013	0,000
<b>S&amp;P 500</b>	0,000738	0,019	0,090	-0,128	-0,962	11,381	3369,627	0,000
<b>Shanghai SE 180</b>	0,000593	0,013	0,062	-0,076	-0,519	4,426	504,539	0,000

*Fonte: Elaboração própria.*

*Tabela 5- Resultados dos testes de comparação de médias e de variâncias entre subperíodos.*

	<b>Comparação de médias</b>		<b>Comparação de variâncias</b>	
	<b>Estatística t</b>	<b>P-value</b>	<b>Estatística F</b>	<b>P-value</b>
<b>CAC 40</b>	0,8711	0,3845	0,2195	0,0000



<b>DAX 30</b>	0,5879	0,5571	0,2338	0,0000
<b>FTSE MIB</b>	0,8219	0,4119	0,2253	0,0000
<b>FTSE 100</b>	0,7771	0,4379	0,2049	0,0000
<b>PSI 20</b>	0,5100	0,6105	0,2470	0,0000
<b>S&amp;P 500</b>	0,2937	0,7692	0,171	0,0000
<b>Shanghai SE 180</b>	0,3234	0,7467	0,7949	0,0565

*Fonte: Elaboração própria.*

Ao comparar as tabelas acima apresentadas, são verificadas diferenças ao nível da média nos dois subperíodos: o índice chinês tem a maior rentabilidade média seguindo o índice norte-americano no subperíodo *Pré-COVID-19* do que os restantes; FTSE 100 indica uma rentabilidade média negativa e PSI 20 com uma rentabilidade média aproximadamente nula no subperíodo *Durante COVID-19*. Por forma a verificar se as rentabilidades médias e as variâncias eram estatisticamente diferentes do subperíodo *Pré-COVID-19* para o subperíodo *Durante COVID-19*, aplicou-se o teste t e teste F, respetivamente. Relativamente ao teste t, verifica-se que não se rejeita a hipótese nula, hipótese que atesta a igualdade das médias, para nenhum dos índices em estudo, o que indica que apesar de apresentarem diferenças, estas não são estatisticamente significativas. No que toca à comparação de variâncias através do teste F, verifica-se que se rejeita a igualdade de variâncias entre subperíodos para todos os índices, isto é, as variâncias das rentabilidades dos índices em estudo são estatisticamente diferentes (vide Tabela 5).

Em termos de desvio-padrão, este foi significativamente superior durante a atual crise pandémica, indicando assim maiores dispersões no que diz respeito à rentabilidade diária dos índices, expondo assim um período volátil, isto é, maior instabilidade nos mercados financeiros.

A assimetria é negativa em todos os índices em estudo no subperíodo *Pré-COVID-19*, exceto Shanghai SE 180 que regista um valor positivo. No subperíodo *Durante COVID-19*, a assimetria é negativa com o índice chinês a apresentar o valor mais elevado, tal como se havia constatado aquando da análise da assimetria da amostra no período completo.

Relativamente à curtose, verificam-se grandes diferenças entre os subperíodos em análise. No primeiro subperíodo da amostra o valor mais elevado é 4,464 (Shanghai SE 180), contrariamente no segundo subperíodo em que o valor mais baixo de curtose é 4,426 (Shanghai SE 180) e o mais elevado é 26,271 (FTSE MIB). Desta forma, o excesso de curtose indica que a distribuição empírica das rentabilidades é leptocúrtica, apresentando uma curva de frequências mais fechada que a da distribuição normal e, conseqüentemente, que os dados dos dois subperíodos da amostra não seguem uma distribuição normal, tal como se pode comprovar pelo teste Jarque-Bera.

Os resultados obtidos através da análise da Tabela 2, 3 e 4 são similares com as conclusões de Kenourgios (2014), que verificou valores elevados e positivos de curtose nos índices bolsistas e ainda a não normalidade das séries temporais dos mesmos, com recurso ao teste Jarque-Bera.

### 4.3 Análise de relação de curto prazo

#### 4.3.1 Coeficiente de correlação de Pearson (r)

Tal como já foi referido neste trabalho de investigação, este método estatístico quantifica a relação biunívoca entre as taxas de rendibilidade, não implicando uma relação de causalidade. A avaliação é estática, não sendo incluída qualquer dinâmica no modelo (vida Tabela 6,7 e 8).

Tabela 6- Matriz de Correlação de Pearson subperíodo Pré-COVID-19.

	CAC 40	DAX 30	FTSE		PSI 20	S&P 500	Shanghai SE 180
			MIB	FTSE 100			
<b>CAC 40</b>	1						
<b>DAX 30</b>	0,9054 **	1					
<b>FTSE MIB</b>	0,8308 **	0,8114 **	1				
<b>FTSE 100</b>	0,7449 **	0,6663 **	0,5592 **	1			
<b>PSI 20</b>	0,6957 **	0,7137 **	0,6615 **	0,5347 **	1		
<b>S&amp;P 500</b>	0,7264 **	0,6943 **	0,6749 **	0,6071 **	0,6189 **	1	
<b>Shanghai SE 180</b>	0,2757 **	0,3049 **	0,2816 **	0,2815 **	0,2573 **	0,2295 **	1

Fonte: Elaboração própria.

Legenda: \*\* p-value= 0,000

Tabela 7- Matriz de Correlação de Pearson subperíodo Durante COVID-19.

	CAC 40	DAX 30	FTSE		PSI 20	S&P 500	Shanghai SE 180
			MIB	FTSE 100			
<b>CAC 40</b>	1						
<b>DAX 30</b>	0,9535 **	1					
<b>FTSE MIB</b>	0,9114 **	0,9043 **	1				
<b>FTSE 100</b>	0,9280 **	0,9000 **	0,8679 **	1			
<b>PSI 20</b>	0,8403 **	0,8374 **	0,8104 **	0,8231 **	1		
<b>S&amp;P 500</b>	0,6707 **	0,6646 **	0,6650 **	0,6704 **	0,6202 **	1	
<b>Shanghai SE 180</b>	0,3015 **	0,2888 **	0,2112 **	0,3055 **	0,2959 **	0,2622 **	1

Fonte: Elaboração própria.  
 Legenda: \*\* p-value= 0,000

Tabela 8- Matriz de Variação da Correlação de Pearson entre subperíodos.

	CAC 40	DAX 30	FTSE MIB	FTSE 100	PSI 20	S&P 500	Shanghai SE 180
<b>CAC 40</b>							
<b>DAX 30</b>	0,0481						
<b>FTSE MIB</b>	0,0806	0,0929					
<b>FTSE 100</b>	0,1831	0,2337	0,3087				
<b>PSI 20</b>	0,1446	0,1237	0,1489	0,2884			
<b>S&amp;P 500</b>	-0,0557	-0,0297	-0,0099	0,0633	0,0013		
<b>Shanghai SE 180</b>	0,0258	-0,0161	-0,0704	0,0240	0,0386	0,0327	

Fonte: Elaboração própria.

Relativamente à Tabela 6, tabela correspondente ao subperíodo *Pré-COVID-19*, é notória a relação linear positiva que os índices em estudo mantêm entre si, sendo que todas as correlações são estatisticamente significativas. Além disto, destaca-se a relação entre o índice francês (CAC 40) e o índice alemão (DAX 30) com um valor superior aos demais. Por outro lado, destaca-se o índice Shanghai SE 180 que registra correlações muito inferiores aos restantes índices.

Por sua vez, a Tabela 7 representa as relações entre os índices no subperíodo *Durante COVID-19*. As relações entre os índices em estudo continuam a ter uma relação linear positiva entre si e as correlações são estatisticamente significativas. Verifica-se um grau de associação bastante elevado na grande maioria dos índices, excetuando com o índice Shanghai SE 180 que não apresenta valores superiores a 0,3055.

Através da variação do coeficiente de correlação de Pearson, Tabela 8, verifica-se um aumento de correlação entre os índices em estudo, de onde se pode destacar os pares FTSE MIB↔FTSE 100 e FTSE 100↔PSI 20 com os maiores aumentos, isto é, de um subperíodo para outro verifica-se um aumento ao nível da relação entre os mercados anteriormente indicados. Por outro lado, os pares CAC 40↔S&P 500, DAX 30↔S&P 500, DAX 30↔Shanghai SE 180, FTSE MIB↔S&P 500 e FTSE MIB↔Shanghai SE 180 apresentaram valores inferiores no subperíodo

*Durante COVID-19*, significando que, com o início da pandemia, as relações entre os pares indicados diminuíram.

O aumento de correlação comparando os dois subperíodos vai ao encontro dos resultados obtidos por Júnior e Franca (2011), De Sousa Gabriel e Manso (2015), De Sousa e Pires Manso (2016) e Zhang et al. (2020). Há uma possível manifestação no sentido de uma intensificação das relações entre índices, ainda que não muito forte.

### 4.3.2 Causalidade “à Granger”

De modo a efetivamente avaliar a relação linear e dinâmica entre índices nos dois subperíodos em questão, é aplicado o teste de causalidade “à Granger”. Este teste avalia a possível existência de causalidade entre as variáveis a nível estatístico, com um nível de significância de 5%, com um desfasamento, onde a hipótese nula indica que a série *X* não causa “à Granger” a série *Y*, enquanto a hipótese alternativa representa o inverso, que a série *X* causa “à Granger” a série *Y*, podendo assim concluir a existência de causalidade. As Tabelas 9 e 10 apresentam os resultados deste teste para os subperíodos em análise.

*Tabela 9- Resultados do teste de causalidade “à Granger” subperíodo Pré-COVID-19.*

Índice X	Índice Y	P-value	Causalidade
CAC 40	DAX 30	0,388	Não existe
	FTSE MIB	0,208	Não existe
	FTSE 100	0,307	Não existe
	PSI 20	0,746	Não existe
	S&P 500	0,286	Não existe
	Shanghai SE 180	0,259	Não existe
DAX 30	CAC 40	0,154	Não existe
	FTSE MIB	0,095	Não existe
	FTSE 100	0,109	Não existe
	PSI 20	0,722	Não existe
	S&P 500	0,426	Não existe
	Shanghai SE 180	0,200	Não existe
FTSE MIB	CAC 40	0,342	Não existe
	DAX 30	0,516	Não existe
	FTSE 100	0,793	Não existe
	PSI 20	0,208	Não existe
	S&P 500	0,862	Não existe
	Shanghai SE 180	0,110	Não existe
FTSE 100	CAC 40	0,093	Não existe

	DAX 30	0,375	Não existe
	FTSE MIB	0,335	Não existe
	PSI 20	0,401	Não existe
	S&P 500	0,439	Não existe
	Shanghai SE 180	0,578	Não existe
PSI 20	CAC 40	0,930	Não existe
	DAX 30	0,863	Não existe
	FTSE MIB	0,647	Não existe
	FTSE 100	0,599	Não existe
	S&P 500	0,779	Não existe
	Shanghai SE 180	0,924	Não existe
S&P 500	CAC 40	0,101	Não existe
	DAX 30	0,855	Não existe
	FTSE MIB	0,972	Não existe
	FTSE 100	0,647	Não existe
	PSI 20	0,49	Não existe
	Shanghai SE 180	0,922	Não existe
Shanghai SE 180	CAC 40	0,002	Existe
	DAX 30	0,554	Não existe
	FTSE MIB	0,026	Existe
	FTSE 100	0,145	Não existe
	PSI 20	0,385	Não existe
	S&P 500	0,068	Não existe

Fonte: Elaboração própria

Tabela 10- Resultados do teste de causalidade “à Granger” subperíodo Durante COVID-19.

Índice X	Índice Y	P-value	Causalidade
CAC 40	DAX 30	0,568	Não existe
	FTSE MIB	0,000	Existe
	FTSE 100	0,000	Existe
	PSI 20	0,842	Não existe
	S&P 500	0,006	Existe
	Shanghai SE 180	0,182	Não existe
DAX 30	CAC 40	0,034	Existe
	FTSE MIB	0,000	Existe
	FTSE 100	0,000	Existe
	PSI 20	0,878	Não existe
	S&P 500	0,001	Existe
	Shanghai SE 180	0,168	Não existe
FTSE MIB	CAC 40	0,099	Não existe
	DAX 30	0,588	Não existe
	FTSE 100	0,000	Existe
	PSI 20	0,716	Não existe

	S&P 500	0,004	Existe
	Shanghai SE 180	0,120	Não existe
FTSE 100	CAC 40	0,107	Não existe
	DAX 30	0,363	Não existe
	FTSE MIB	0,000	Existe
	PSI 20	0,518	Não existe
	S&P 500	0,016	Existe
	Shanghai SE 180	0,080	Não existe
PSI 20	CAC 40	0,052	Não existe
	DAX 30	0,037	Existe
	FTSE MIB	0,000	Existe
	FTSE 100	0,000	Existe
	S&P 500	0,062	Não existe
	Shanghai SE 180	0,548	Não existe
S&P 500	CAC 40	0,448	Não existe
	DAX 30	0,507	Não existe
	FTSE MIB	0,000	Existe
	FTSE 100	0,004	Existe
	PSI 20	0,193	Não existe
	Shanghai SE 180	0,328	Não existe
Shanghai SE 180	CAC 40	0,174	Não existe
	DAX 30	0,019	Existe
	FTSE MIB	0,002	Existe
	FTSE 100	0,091	Não existe
	PSI 20	0,918	Não existe
	S&P 500	0,014	Existe

Fonte: Elaboração própria.

Relativamente às tabelas 9 e 10, estas compilam os resultados obtidos do teste de causalidade “à Granger” para os subperíodos em estudo. Deste, é possível observar três cenários (vide Tabela 11):

- i) causalidade unilateral;
- ii) bicausalidade;
- iii) independência.

Tabela 11- Resumo dos resultados das Tabelas 9 e 10.

Relação	Subperíodo Pré-COVID-19	Subperíodo Durante COVID-19
i) Causalidade Unilateral estatisticamente significativa		CAC 40→FTSE MIB CAC 40→ FTSE 100 CAC 40→S&P 500 DAX 40→ CAC 40

	Shanghai SE 180 → CAC 40 Shanghai SE 180 → FTSE MIB	DAX 30 → FTSE MIB DAX 30 → FTSE 100 DAX 30 → S&P 500 PSI 20 → DAX 30 PSI 20 → FTSE MIB PSI 20 → FTSE 100 Shanghai SE 180 → DAX 30 Shanghai SE 180 → FTSE MIB Shanghai SE 180 → S&P 500
ii) Causalidade Bilateral estatisticamente significativa		FTSE MIB ↔ FTSE 100 FTSE MIB ↔ S&P 500 FTSE 100 ↔ S&P 500
iii) Independência	CAC 40 ↔ DAX 30 CAC 40 ↔ FTSE MIB CAC 40 ↔ FTSE 100 CAC 40 ↔ PSI 20 CAC 40 ↔ S&P 500 DAX 30 ↔ FTSE MIB DAX 30 ↔ FTSE 100 DAX 30 ↔ PSI 20 DAX 30 ↔ S&P 500 DAX 30 ↔ Shanghai SE 180 FTSE MIB ↔ FTSE 100 FTSE MIB ↔ PSI 20 FTSE MIB ↔ S&P 500 FTSE 100 ↔ PSI 20 FTSE 100 ↔ S&P 500 FTSE 100 ↔ Shanghai SE 180 PSI 20 ↔ S&P 500 PSI 20 ↔ Shanghai SE 180 S&P 500 ↔ Shanghai SE 180	CAC 40 ↔ PSI 20 CAC 40 ↔ Shanghai SE 180 FTSE 100 ↔ Shanghai SE 180 PSI 20 ↔ S&P 500 PSI 20 ↔ Shanghai SE 180

Fonte: Elaboração própria.

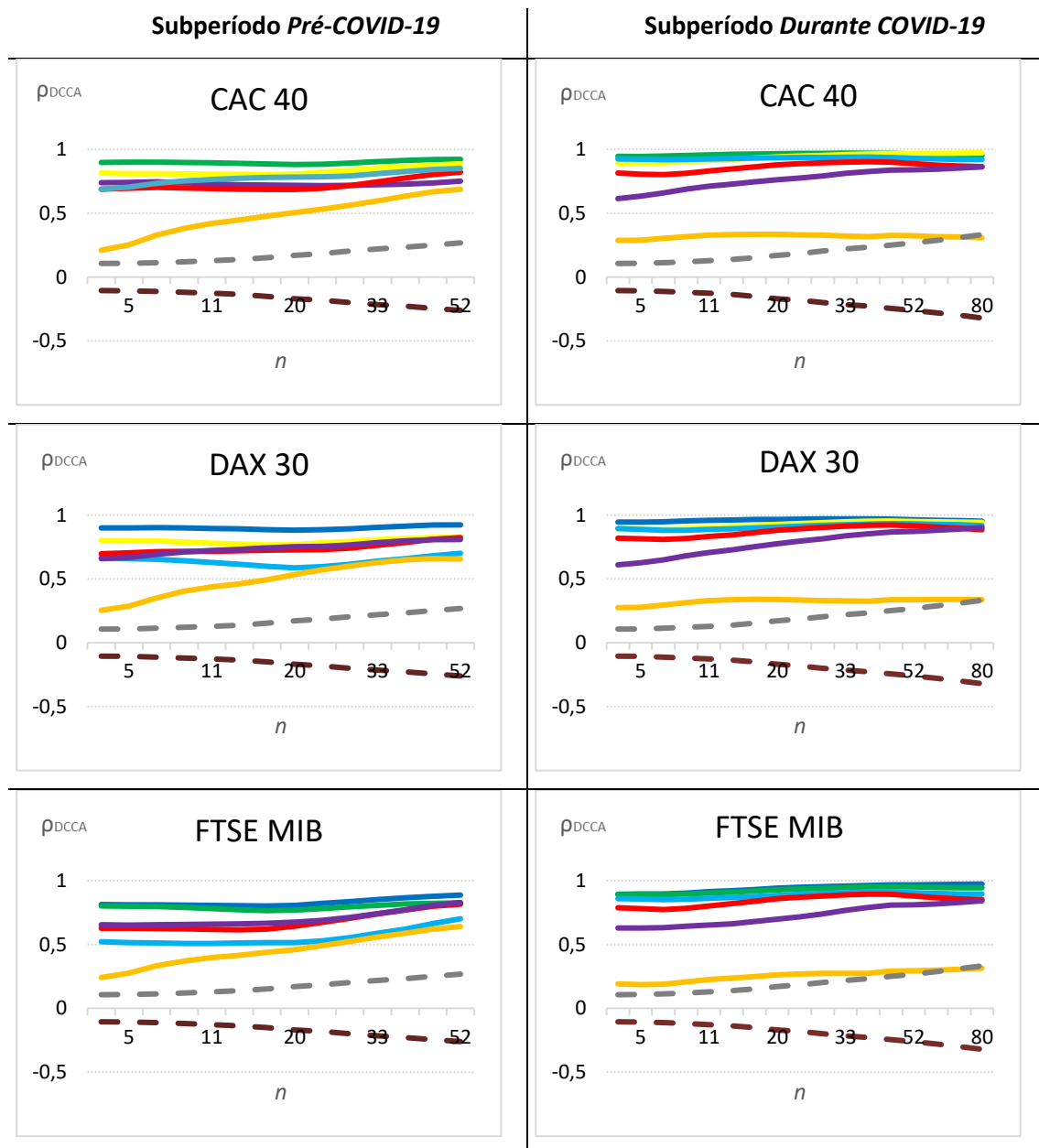
Os resultados do teste de causalidade “à Granger” sugerem um aumento de ligações, a curto prazo, entre os mercados, tanto unidirecional como bidirecional, resultados coincidentes com De Sousa Gabriel e Manso (2015).

### 4.3.3 Detrended Cross Correlation Analysis (DCCA)

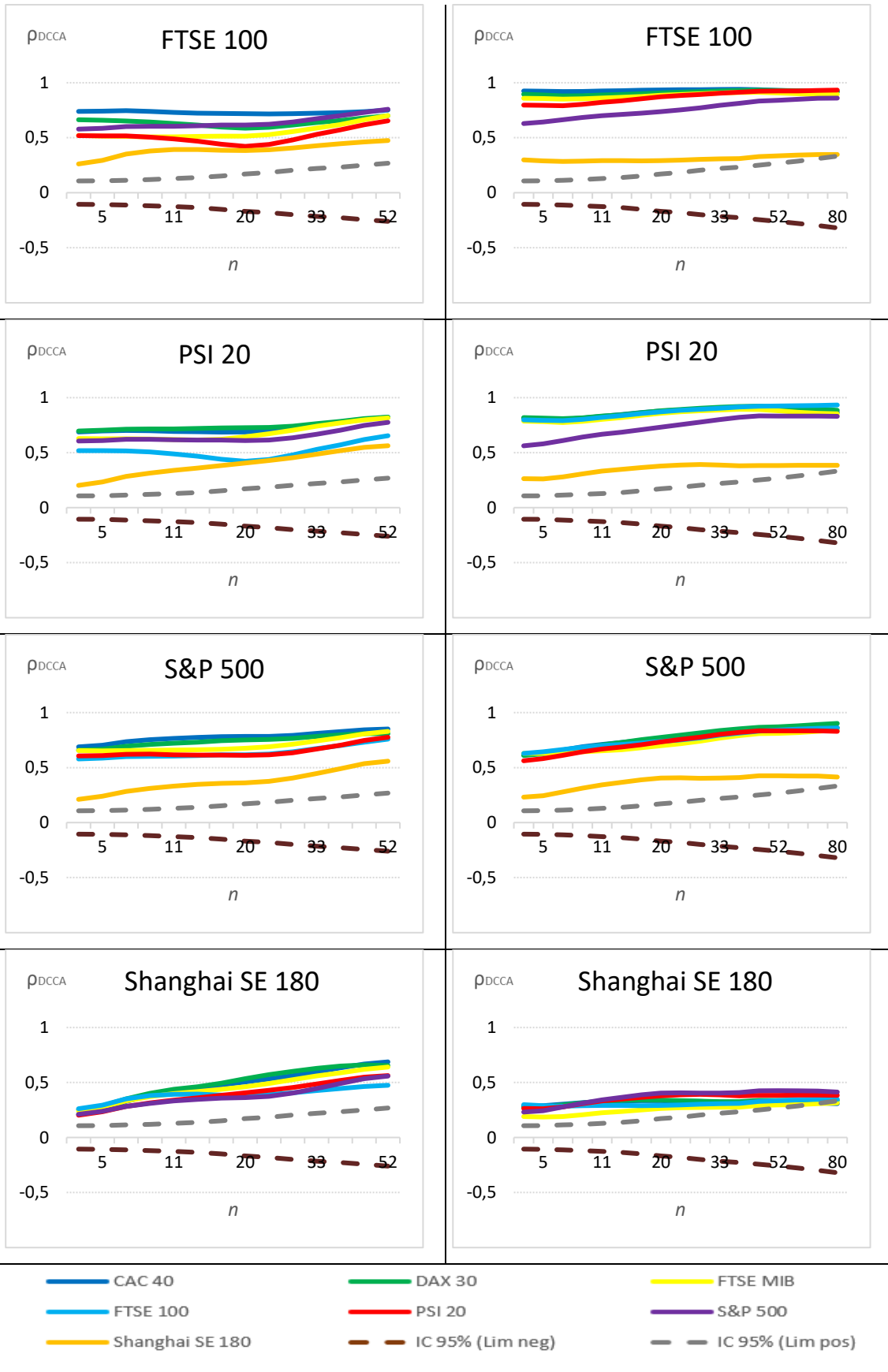
Relembrando a base metodológica do coeficiente de correlação baseado no DCCA, este analisa as correlações entre índices ao longo do período da amostra, possibilitando uma análise

mais aprofundada e global das mesmas, apresentando valores compreendidos entre -1 e 1, tal como o coeficiente de correlação de Pearson. As Figuras 15 e 16 apresentam, a evolução do coeficiente de correlação cruzada nos subperíodos em estudo e a variação do mesmo, respetivamente.

Figura 15- Evolução do  $\rho_{DCCA}$  nos subperíodos da amostra.

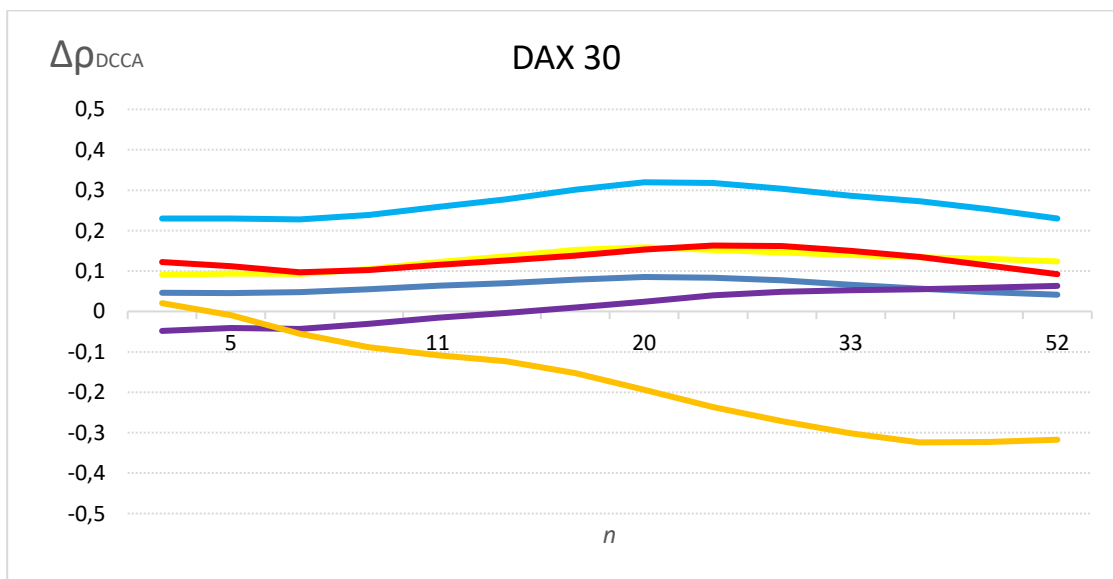
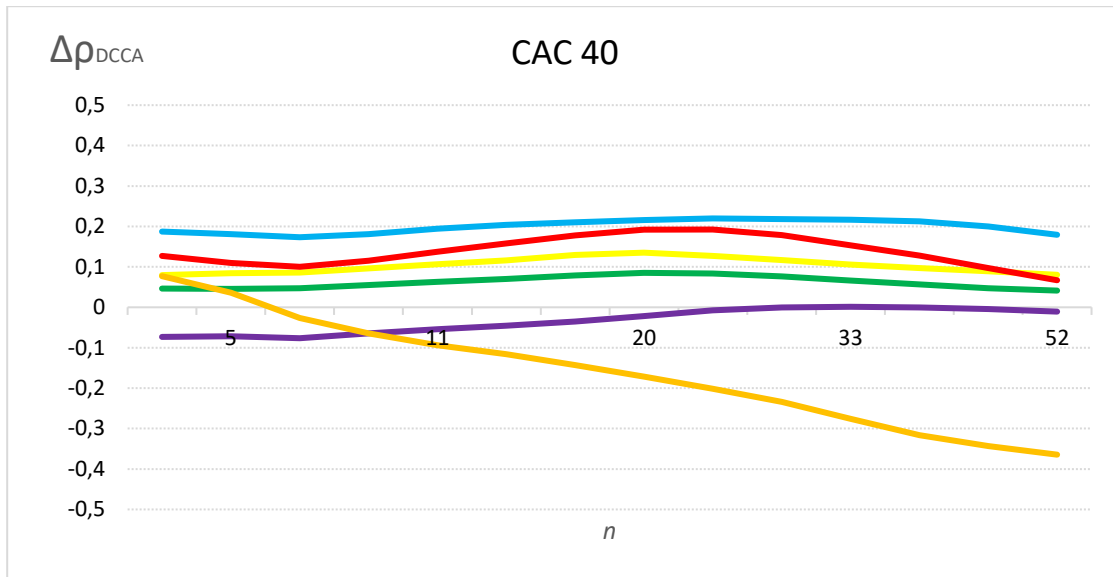


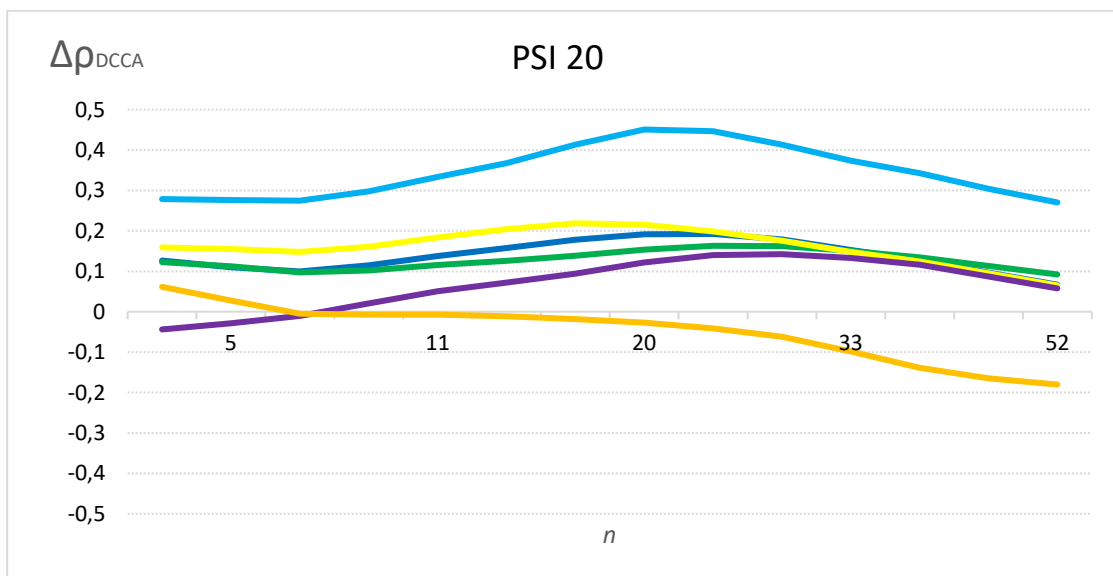
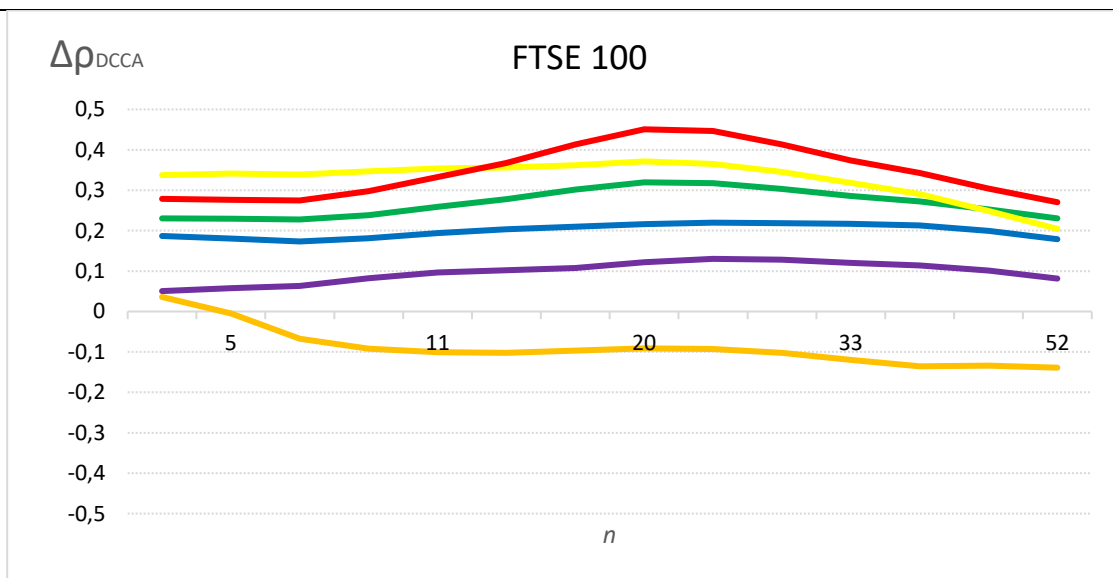
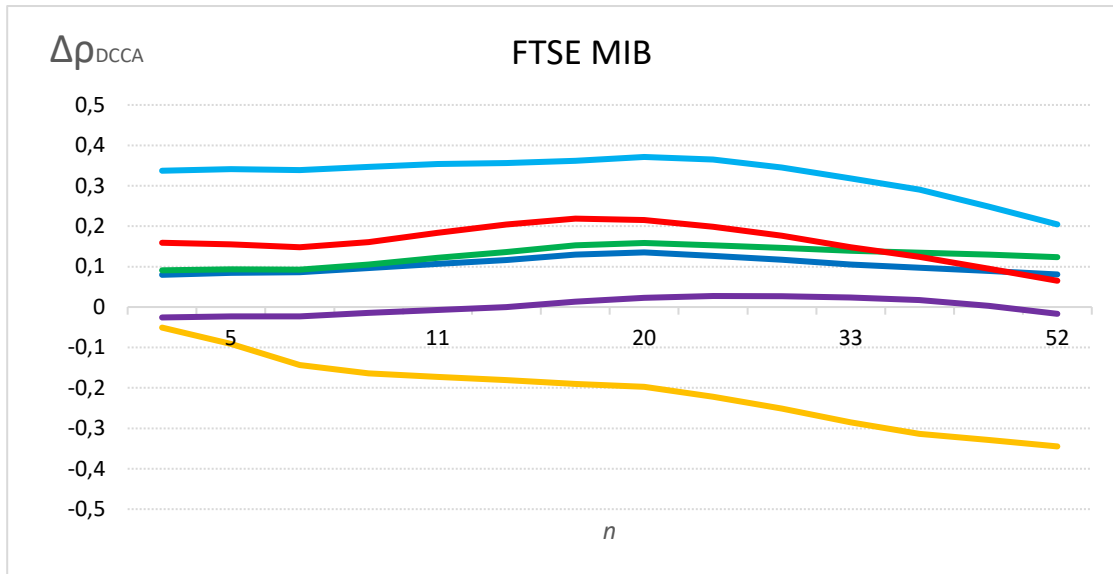


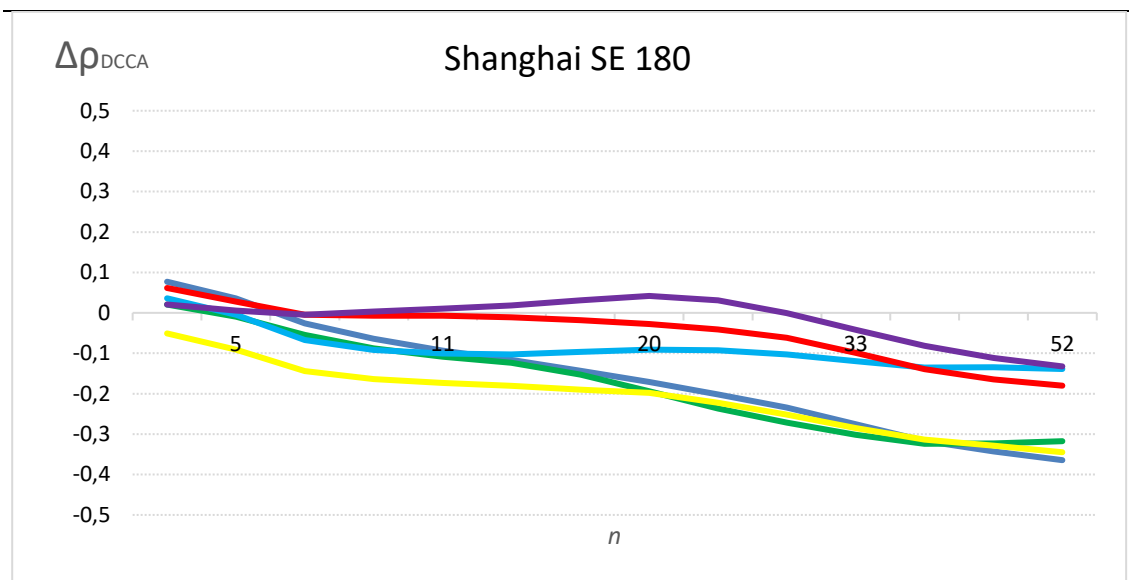
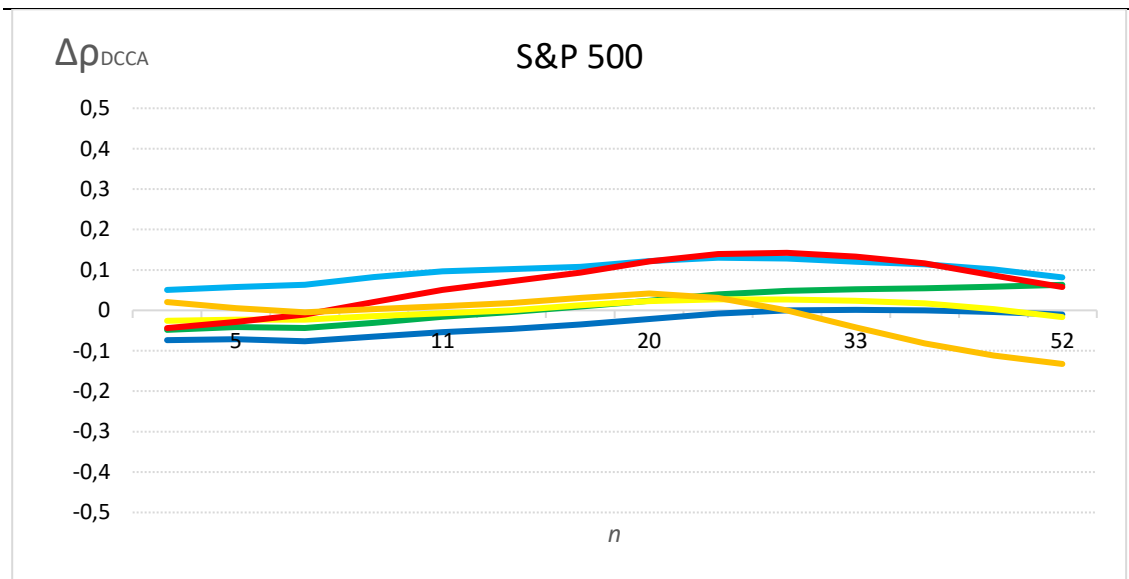


Fonte: Elaboração própria.

Figura 16- Variação do  $\rho_{DCCA}$ .







Fonte: Elaboração própria.

A Figura 15 apresenta os resultados obtidos do coeficiente de correlação baseado no DCCA, através de gráficos representativos dos dois subperíodos em estudo, *Pré-COVID-19* e *Durante COVID-19*. Este coeficiente analisa a relação entre as taxas de rentabilidade do índice principal com as taxas de rentabilidade dos restantes índices incluídos neste estudo, quantificando o nível de correlação cruzada entre os mesmos.

De uma forma geral, verifica-se que os coeficientes são todos positivos e significativos, independentemente dos índices cruzados, demonstrando a robustez do  $\rho_{DCCA}$ , assim como se verifica que todos os valores são estatisticamente significativos, uma vez que estão fora do intervalo de confiança a 95% para a ausência de correlação. No caso concreto do subperíodo *Pré-COVID-19*, para uma escala de 52 dias, verifica-se que os índices em estudo demonstram um nível de correlação estável durante grande parte do período de tempo, exceto o índice chinês que vai aumentando o nível de correlação cruzada para com os restantes índices. Em relação ao subperíodo *Durante COVID-19*, não se denota grandes aumentos de correlação, mantendo um comportamento semelhante para uma escala de 80 dias para todos os índices excluindo o índice norte americano que apresenta um aumento de correlação para com os demais. De referenciar que índices apresentam correlações cruzadas fortes ( $0,666 < \rho_{DCCA} < 1,000$ ) entre si, exceto o coeficiente do índice chinês que ostenta um coeficiente inferior aos demais, apresentando uma correlação cruzada média ( $0,333 < \rho_{DCCA} < 0,666$ ).

A Figura 16 apresenta a variação do coeficiente de correlação baseado no DCCA, entre os dois subperíodos em estudo. Tal como havíamos constatado pela Figura 15, em termos de escala, o único índice que tem uma diminuição de correlação para com os restantes índices, é o Shanghai SE 180, enquanto que os outros índices demonstram maior estabilidade e tendência para um determinado equilíbrio, sem demonstrar grandes diferenças entre os dois subperíodos.

Em suma, comparando os dois subperíodos, é possível verificar alguma estabilidade e equilíbrio nos mercados, não havendo propriamente um grande aumento da relação com o aparecimento da pandemia, isto é, não promoveu um aumento significativo do nível de inter-relação entre os mercados, levando a crer que existe sim interdependência entre mercados e, provavelmente, não contágio financeiro entre os mesmos.

Os resultados obtidos comparando dois períodos de tempo (antes e após um choque externo), corrobora os resultados obtidos por Fernandes et al. (2016) e (P. Ferreira et al., 2021).

#### **4.4 Síntese do Capítulo**

Tal como mencionado anteriormente, o objetivo central deste trabalho de investigação prende-se com a análise dos impactos da COVID-19 nos índices bolsitas em termos de integração e/ou interdependência entre os mesmos.

Numa primeira fase, verifica-se um comportamento semelhante nos mercados em estudos, com quedas acentuadas e taxas de rendibilidade superiores em momentos

considerados de instabilidade. Os dados da amostra não seguem uma distribuição normal, sendo que a amostra é assimétrica negativa e leptocúrtica, relativamente à assimetria e curtose, respectivamente, tanto para o período completo como para os dois subperíodos. Da comparação entre os dois subperíodos, verifica-se que as taxas de rentabilidade médias não mostram diferenças significativas, contudo as variâncias são estatisticamente mais acentuadas no subperíodo *Durante COVID-19*.

De seguida, aplicando o coeficiente de correlação de Pearson, verifica-se uma relação linear positiva em ambos os subperíodos, assim como uma ligeira intensificação das relações entre índices do subperíodo *Pré-COVID-19* para o subperíodo *Durante COVID-19*. O teste de causalidade “à Granger” fortalece os resultados, indicando um aumento de ligações entre os mercados, seja unidirecional como bidirecional. O coeficiente de correlação baseado no DCCA demonstra valores positivos e estatisticamente significativos ao nível de significância de 5%, assim como a existência de um ligeiro aumento de ligações entre os índices de um subperíodo para outro.

Globalmente, os resultados indicam a existência de interdependência entre mercados e não de contágio financeiro entre os mesmos.

## 5. CONCLUSÕES

No atual contexto pandêmico em que estamos inseridos, a instabilidade e desconfiança ganharam um novo significado, nomeadamente no que aos mercados financeiros diz respeito. Este tema continua a ser alvo de preocupação tanto para investigadores como para agentes económicos e financeiros, assim como para o cidadão comum.

Nesse sentido, pretendeu-se concretizar uma revisão bibliográfica com os principais conceitos e aspetos relacionados com o tema. Inicialmente, expôs-se o conceito de mercados financeiros e conseqüentes crises, relatando estudos que analisaram o seu comportamento aquando desses acontecimentos por diferentes metodologias. De seguida, aprofundou-se o estudo do tema através de estudos acerca de crises económicas motivadas por surtos de doenças como é o caso da COVID-19, como por exemplo a SARS, a Ébola e ainda os impactos iniciais à COVID-19. Por fim, averiguamos os estudos já realizados acerca da interdependência entre os mercados, abordando os conceitos de interdependência e contágio financeiro.

O objetivo geral definido para o presente trabalho de investigação prende-se com o estudo dos impactos da COVID-19 nos índices bolsistas, tendo como objetivos específicos a análise descritiva individual de cada índice e a avaliação da interdependência entre os mesmos. Para tal, recorreu-se a uma amostra de observações diárias do preço de fecho de diferentes índices por forma a abranger diferentes economias, nomeadamente CAC 40, DAX 30, FTSE MIB, FTSE 100, PSI 20, S&P 500 e Shanghai SE 180, entre 2 de janeiro de 2019 a 1 de junho de 2021, considerando o *cutting off point* a 31 de dezembro de 2019.

Em suma, todos os objetivos previamente definidos foram cumpridos, onde se verifica interdependência entre os mercados financeiros presentes neste estudo, assim como é possível afirmar que a atual crise pandémica não provocou diferenças estatisticamente significativas ao nível das rendibilidades médias de cada índice, no entanto verifica-se alterações significativas ao nível da variância das mesmas, isto é, com o aparecimento da COVID-19, os mercados financeiros tornaram-se mais instáveis.

Para eventuais pesquisas no futuro, é de todo o interesse abordar novamente esta temática com uma amostra maior, possivelmente com três subperíodos *Pré-COVID-19*, *Durante COVID-19* e *Pós-COVID-19*, possibilitando a existência de conclusões mais aprofundadas e a longo prazo, incluindo outros mercados por forma a abranger economias desenvolvidas e em desenvolvimento e localizados em diversos pontos geográficos. Este trabalho tem essas mesmas limitações, em que a amostra era relativamente curta.

## BIBLIOGRAFIA

- Allen, F., & Gale, D. (2004). *Financial Fragility, Liquidity and Asset Prices*. 2(December), 1015–1048.
- Ashraf, B. N. (2020). Stock markets reaction to COVID-19: cases or fatalities? *Research in International Business and Finance*, May, 101249. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2020.101249>
- Aslam, F., Mohmand, Y. T., Ferreira, P., Memon, B. A., Khan, M., & Khan, M. (2020). Network analysis of global stock markets at the beginning of the coronavirus disease (Covid-19) outbreak. *Borsa Istanbul Review*, 20, S49–S61. <https://doi.org/10.1016/j.bir.2020.09.003>
- Auer, B. R., & Schuster, M. (2011). Does the financial crisis influence the random walk behaviour of international stock markets? *Applied Economics Letters*, 18(4), 319–323. <https://doi.org/10.1080/13504851003670676>
- Baker, S. R., Davis, S. J., Kost, K. J., Sammon, M. C., & Bloom, N. (2020). *The Unprecedented Stock Market Impact of COVID-19*.
- Barro, R. J., & Ursúa, J. F. (2017). *Stock-market crashes and depressions*. 71, 384–398. <https://doi.org/10.1016/j.rie.2017.04.001>
- Baumöhl, E., Bouri, E., Hoang, T.-H.-V., Shahzad, S. J. H., Výrost, T., & Working. (2020). *From physical to financial contagion: the COVID-19 pandemic and increasing systemic risk among banks*.
- Britto, D., Filho, F., & Alexandre, J. (2009). *Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson ( r )* <sup>2</sup>. 18, 115–146.
- Chevallier, J. (2020). COVID-19 Pandemic and Financial Contagion. *Journal of Risk and Financial Management*, 13(12), 309. <https://doi.org/10.3390/jrfm13120309>
- Claessens, S., & Kose, A. (2013a). *Financial Crises: Explanations, Types, and Implications*. August 2018. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2295201>
- Claessens, S., & Kose, M. A. (2013b). What is a recession? *Finance and Development*, 46(1), 52–53. <https://doi.org/10.2307/2682096>
- Clift, B. (2010). The macroeconomic effects of a pandemic in Europe - A model-based assessment. In *The Oxford Handbook of British Politics* (Issue June). <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199230952.003.0049>
- David, S. A., Inácio, C. M. C., & Tenreiro Machado, J. A. (2021). The recovery of global stock markets indices after impacts due to pandemics. *Research in International Business and Finance*, 55(September 2020). <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2020.101335>



- De Sousa Gabriel, V. M., & Manso, J. R. P. (2015). Ligações e transmissão de volatilidade intradiária entre mercados bolsistas europeus no âmbito da crise financeira global. *Nova Economia*, 25(2), 291–310. <https://doi.org/10.1590/0103-6351/2055>
- De Sousa, V. M., & Pires Manso, J. R. (2016). *Comportamento dos mercados bolsistas internacionais : uma análise relativa a períodos de crise . Behavior of international stock markets : an analysis for periods of crisis . 2*(September).
- Del, A., & Paltrinieri, A. (2017). Research in International Business and Finance The impact of the Arab Spring and the Ebola outbreak on African equity mutual fund investor decisions. *Research in International Business and Finance*, 41(May), 600–612. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2017.05.004>
- Dickey, D., & Fuller, W. (1979). *Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series With a Unit Root*. 74(366), 427–431.
- Dickey, D., & Fuller, W. (1981). *Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root*. 49(4), 1057–1072.
- Dionísio, A., Ferreira, P., & Movahed, S. M. . (2017). *Assessment of 48 Stock markets using adaptive multifractal approach*.
- Fama, E. F. (1970). *EFFICIENT CAPITAL MARKETS : A REVIEW OF*. 383–417.
- Fernandes, M., Machado, A., & Miranda, J. G. V. (2016). *Quantifying the contagion effect of the 2008 financial crisis between the G7 countries ( by GDP nominal )*. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2016.01.099>
- Fernandes, N. (2020). *Economic effects of coronavirus outbreak ( COVID-19 ) on the world economy*. 0–32.
- Ferreira, M. R. P. (2006). *Análise da sensibilidade dos testes de normalidade de Barque-Bera e Lilliefors em modelos de regressão linear*. 89–98.
- Ferreira, P., Tilfani, O., Pereira, H., Youssef, M., & Boukfaoui, E. (2021). *Dynamic Connectivity in a Financial Network Using Time-Varying DCCA Correlation Coefficients*. 6(1), 57–75. <https://doi.org/10.2478/erfin-2021-0004>
- Forbes, K. J., & Rigobon, R. (2002). *No Contagion , Only Interdependence : Measuring Stock Market Comovements*. LVII(5), 2223–2261.
- Gaio, L. E., Ambrozini, M. A., Bonacim, C. A. G., & Pimenta Junior, T. (2014). Interdependência entre os mercados mundiais de ações: uma análise de volatilidades. *BASE - Revista de Administração e Contabilidade Da Unisinos*, 11(3), 259–274. <https://doi.org/10.4013/base.2014.113.07>
- Guedes, E., Dionísio, A., Ferreira, P. J., & Zebende, G. F. (2017). DCCA cross-correlation in blue-chips companies: A view of the 2008 financial crisis in the Eurozone. *Physica A: Statistical*

- Mechanics and Its Applications*, 479, 38–47. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2017.02.065>
- Guo, Y., Li, P., & Li, A. (2021). Tail risk contagion between international financial markets during COVID-19 pandemic. *International Review of Financial Analysis*, 73(December 2020), 101649. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2020.101649>
- He, Q., Liu, J., Wang, S., & Yu, J. (2020). The impact of COVID-19 on stock markets. *Economic and Political Studies*, 0(0), 275–288. <https://doi.org/10.1080/20954816.2020.1757570>
- Hidalgo, F. D., & Sekhon, J. S. (2011). *Causality*.
- Hong, H., & Stein, J. C. (2003). *Differences of Opinion , Short-Sales Constraints , and Market Crashes*. 16(2), 487–525. <https://doi.org/10.1093/rfs/hhg006>
- Ichev, R., & Marinč, M. (2017). Stock Prices and Geographic Proximity of information: evidence from the ebola outbreak. *International Review of Financial Analysis*. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2017.12.004>
- Internacional Finance Corporation. (2017). *THE IMPORTANCE OF LOCAL CAPITAL MARKETS FOR FINANCING DEVELOPMENT*. January.
- Jarque, C. M., & Bera, A. K. (1980). *EFFICIENT TESTS FOR NORMALITY, HOMOSCEDASTICITY AND SERIAL INDEPENDENCE OF REGRESSION RESIDUALS* Carlos M. JARQUE. 6, 255–259.
- Júnior, L. S., & Franca, I. de P. (2011). *Correlation of financial markets in times of crisis*. February 2011. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2011.07.023>
- Kenourgios, D. (2014). On financial contagion and implied market volatility. *International Review of Financial Analysis*, 34, 21–30. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2014.05.001>
- Latorre, L. A. (2018). *Análise de Correlação Cruzada Destendenciada em Processos Estacionários com Longa Dependência*.
- Liu, H., Manzoor, A., Wang, C., Zhang, L., & Manzoor, Z. (2020). *The COVID-19 Outbreak and A ffected Countries Stock Markets Response*. Table 1, 1–19.
- Loh, E. (2006). *THE IMPACT OF SARS ON THE PERFORMANCE AND RISK PROFILE OF AIRLINE STOCKS* Author ( s ): Elaine Loh Source : *International Journal of Transport Economics / Rivista internazionale di* Published by: *Accademia Editoriale* Stable URL : [https://www.jstor.org/stab.33\(3\)](https://www.jstor.org/stab.33(3)), 401–422.
- Lucambio, F. (2008). *Diferentes testes para verificar normalidade de uma amostra aleat ´ oria* Teste Jarque-Beta. 1–5.
- Marçal, E. F., & Pereira, P. L. V. (2008). *Testing the Hypothesis of Contagion Using Multivariate Volatility Models* \*. 55(November 2008), 191–216.
- Marçal, E. F., Pereira, P. L. V., Martin, D. M. L., & Nakamura, W. T. (2003). *Avaliação de contágio ou interdependência nas crises financeiras da ásia e américa latina, considerando os fundamentos macroeconômicos*. 2001.

- Martin, F. (2020). *Economic Realities and Consequences of the COVID-19 Pandemic—PART I: Financial Markets and Monetary Policy*. 10, 3–6.
- Mohanasundaram, T., & Karthikeyan, P. (2015). *COINTEGRATION AND STOCK MARKET INTERDEPENDENCE*. 18(4), 475–485.
- Mohti, W., Dionísio, A., Vieira, I., & Ferreira, P. (2019). Regional and global integration of Asian stock markets. *Research in International Business and Finance*, 50(November 2018), 357–368. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2019.06.003>
- Morales, L., & Andreosso-O’Callaghan, B. (2012). *The current global financial crisis : Do Asian stock markets show contagion or interdependence effects ?* 23, 616–626. <https://doi.org/10.1016/j.asieco.2012.09.002>
- Nippani, S., & Washer, K. M. (2006). *SARS : a non-event for affected countries ’ stock markets ?* *SARS : a non-event for affected countries ’ stock markets ?* 3107. <https://doi.org/10.1080/0960310042000310579>
- Nusair, S. (2003). Testing The Validity Of Purchasing Power Parity For Asian Countries During The Current Float. *Journal of Economic Development*, 28(2), 129–147.
- Oliveira, A. (2008). Testes Estatísticos para Comparação de Médias. *Revista Eletrônica Nutritime*, 5(6), 777–788.
- Pereira Lopes, L., & Pessenha, G. R. G. (2017). *Análise de dependência entre mercados financeiros: uma abordagem do modelo Cópula- GARCH*. 18–38.
- Sansa, N. A. (2020). *The Impact of the COVID-19 on the Financial Markets: Evidence from China and USA*. 2(ii).
- Senol, Z., & Zeren, F. (2020). Coronavirus (COVID-19) and stock markets: the effects of the pandemic on the global economy. *Pembelajaran Olah Vokal Di Prodi Seni Pertunjukan Universitas Tanjungpura Pontianak*, 28(2), 1–43. <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1120700020921110%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.reuma.2018.06.001%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.arth.2018.03.044%0Ahttps://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1063458420300078?token=C039B8B13922A2079230DC9AF11A333E295FCD8>
- Stockwell, I. (2008). *Introduction to Correlation and Regression Analysis*. 1–8.
- The World Bank Group. (2020). *COVID-19 Outbreak : Capital Markets Implications and Response* 1.
- Yang, Y., Peng, F., Wang, R., Guan, K., Jiang, T., Xu, G., Sun, J., & Chang, C. (2020). The deadly coronaviruses : The 2003 SARS pandemic and the 2020 novel coronavirus epidemic in China. *Journal of Autoimmunity*, February, 102434. <https://doi.org/10.1016/j.jaut.2020.102434>

Yilmazkuday, H. (2020). *COVID-19 Effects on the S & P 500 Index*. 2019, 1–13.

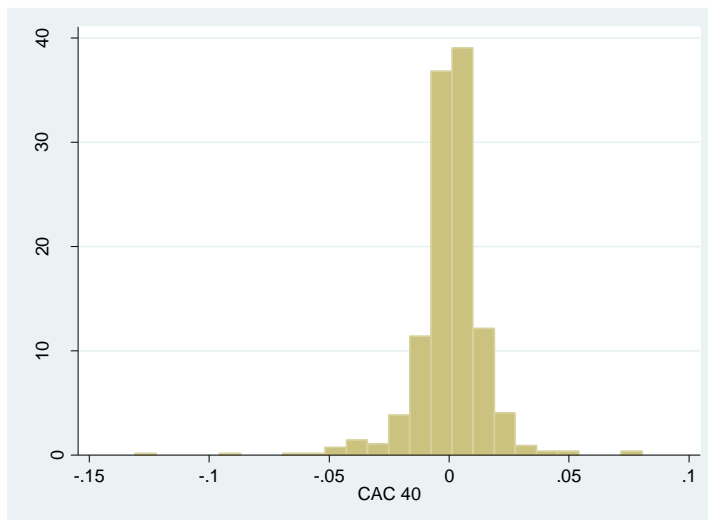
Zhang, D., Hu, M., & Ji, Q. (2020). Financial markets under the global pandemic of COVID-19  
Finance Research Letters Financial markets under the global pandemic of COVID-19.  
*Finance Research Letters*, April, 101528. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2020.101528>

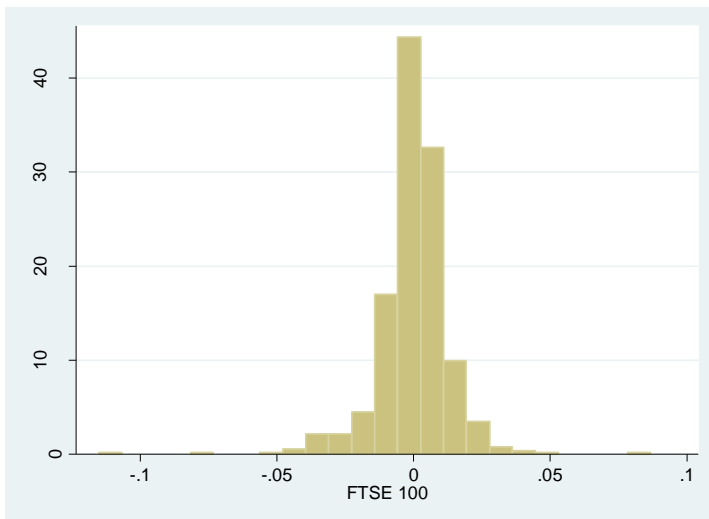
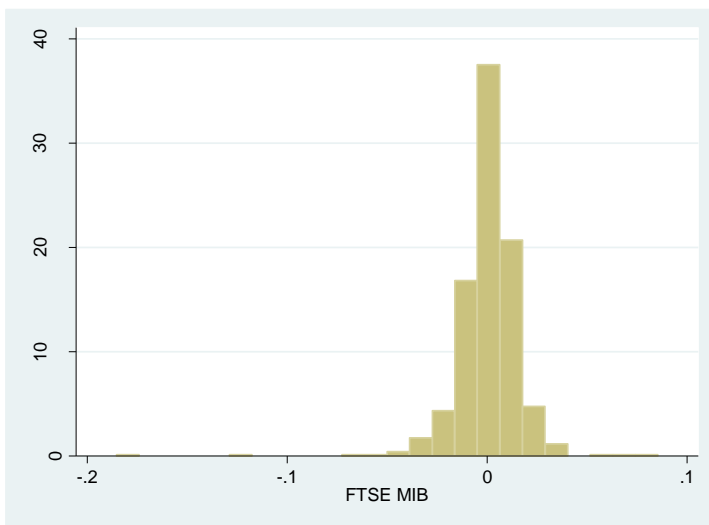
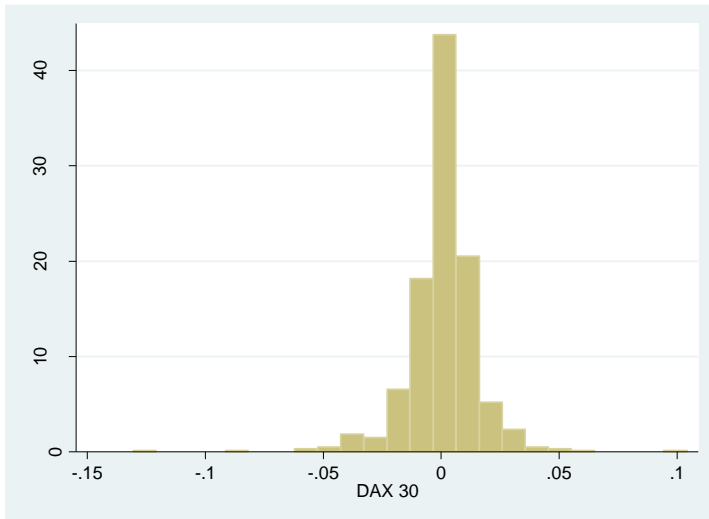
## ANEXOS

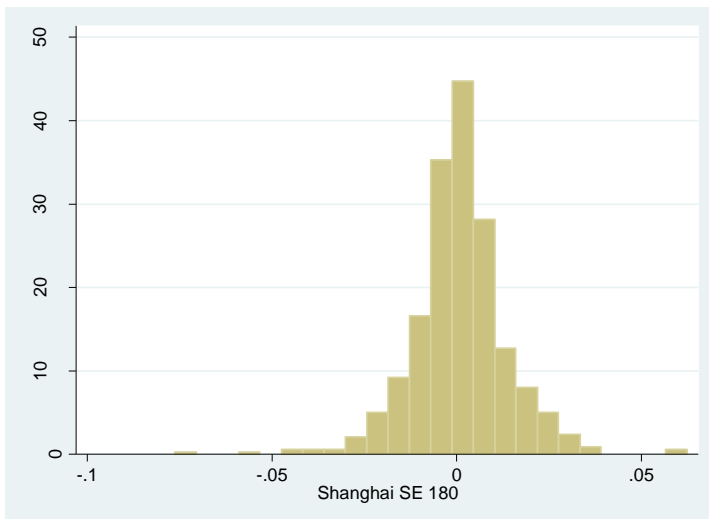
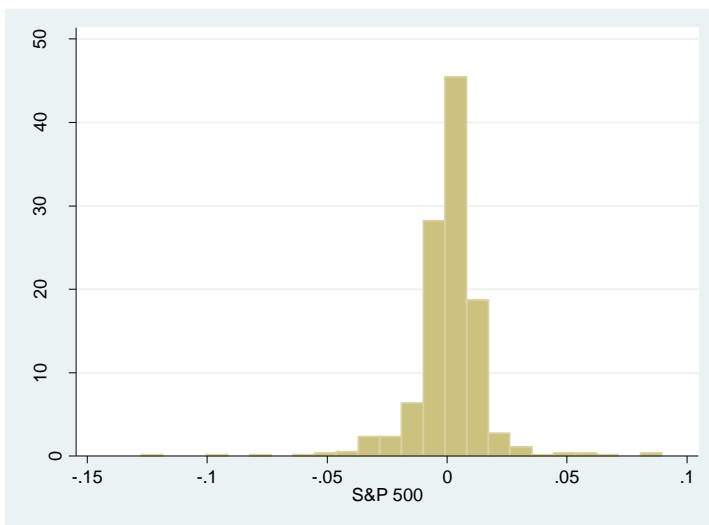
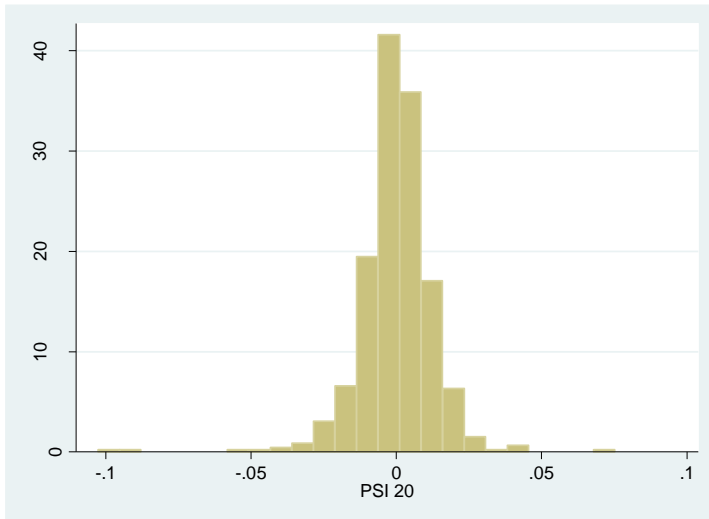
*Anexo 1- Valores Críticos do teste ADF e teste KPSS.*

Valores Críticos			
ADF		KPSS	
1%	5%	1%	5%
-3,430	-2,860	0,119	0,146

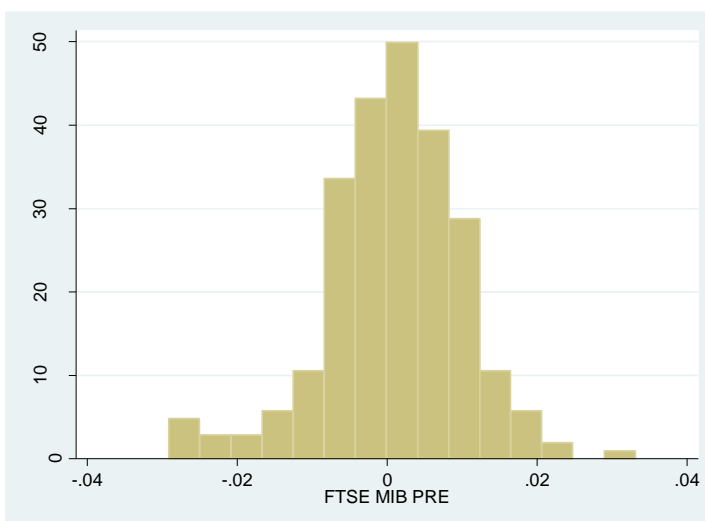
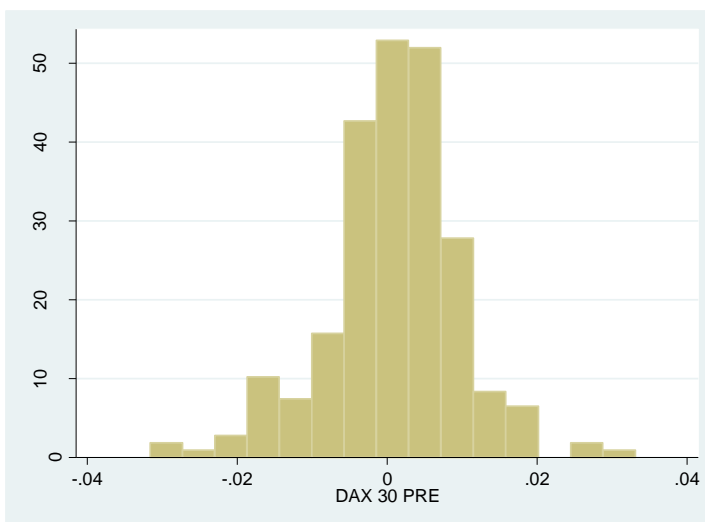
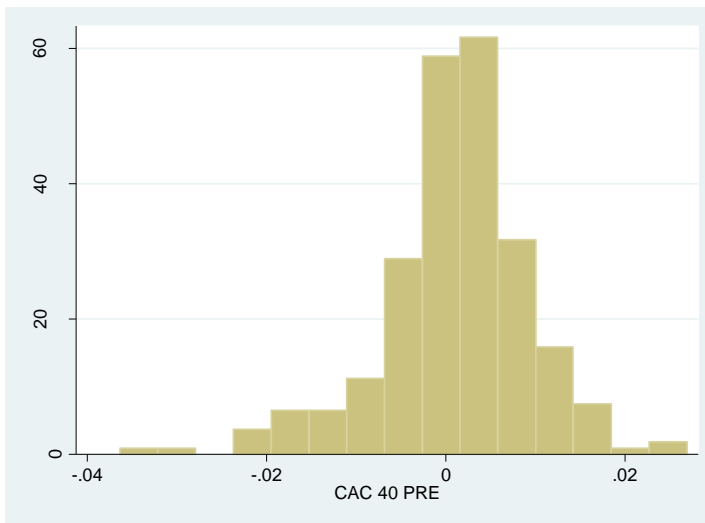
*Anexo 2- Histograma das Rendibilidades diárias no período de 2 de janeiro de 2019 a 1 de junho de 2021.*

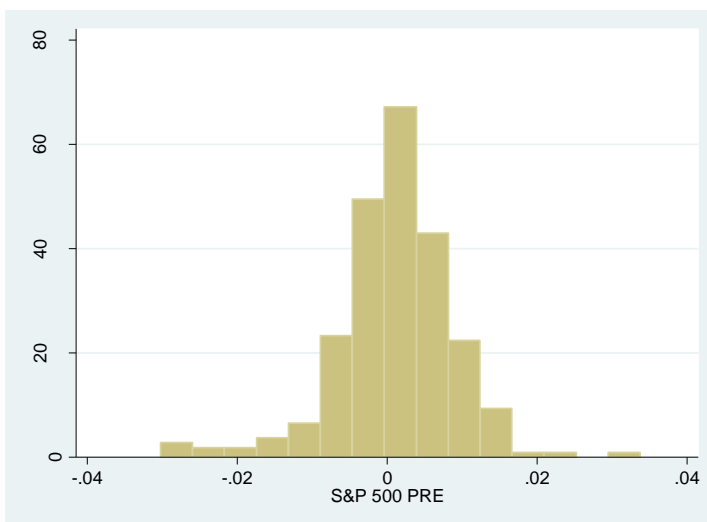
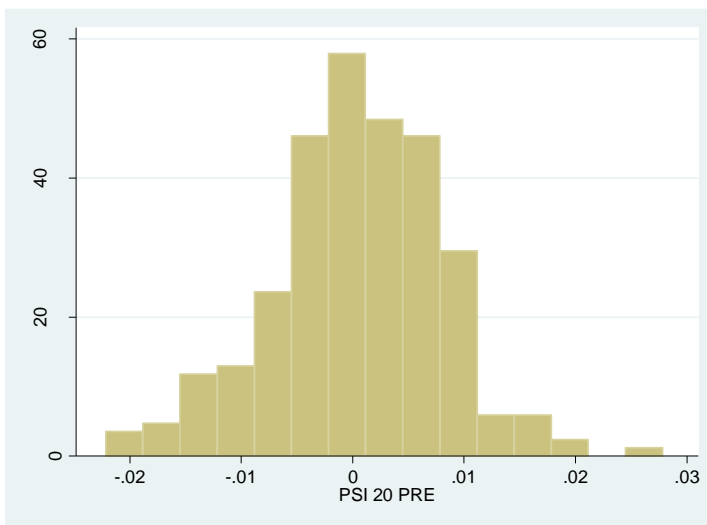
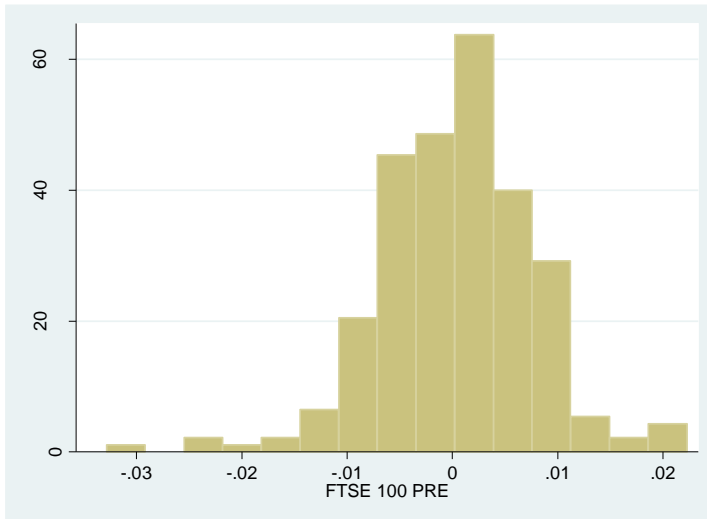




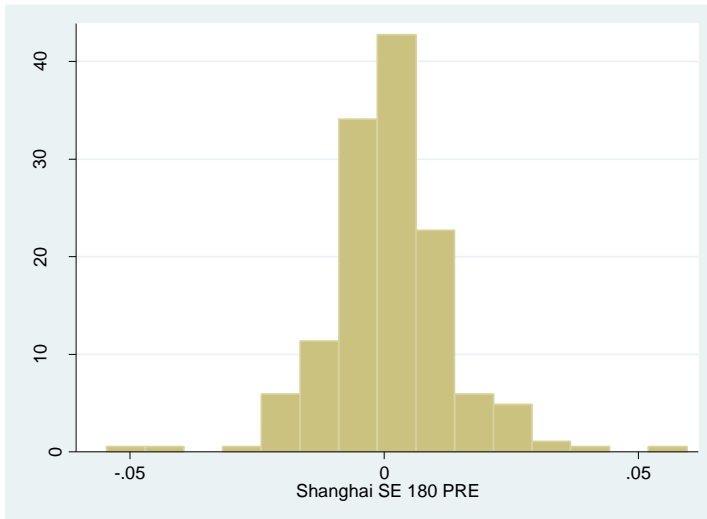


Anexo 3- Histograma das Rendibilidades diárias no subperíodo Pré-COVID-19.

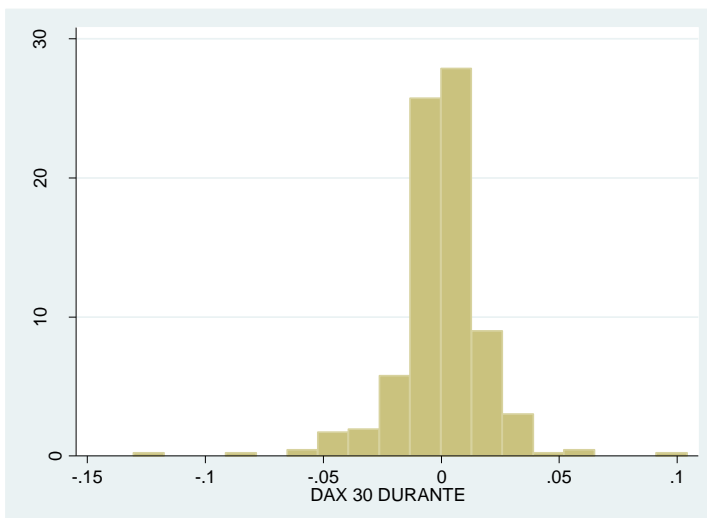
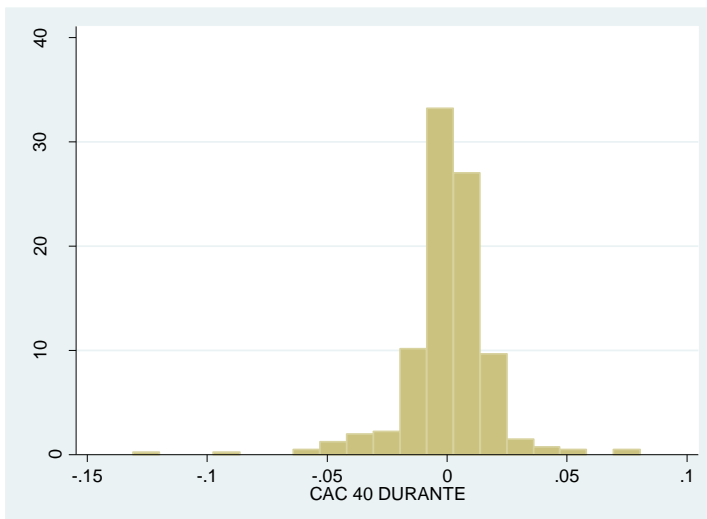


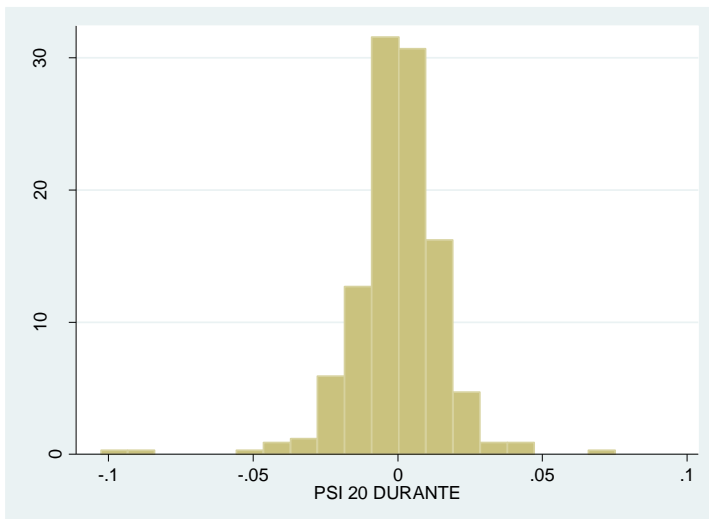
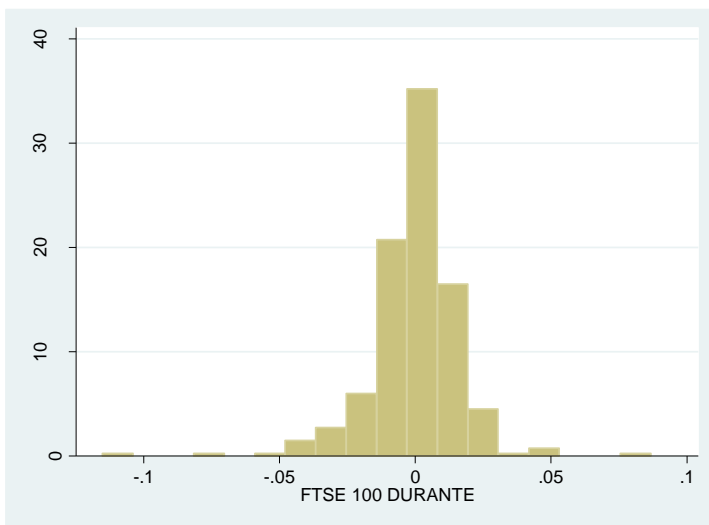
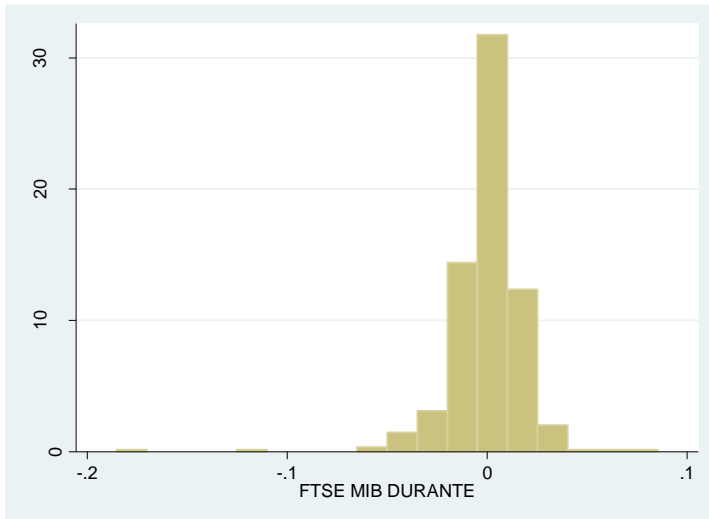


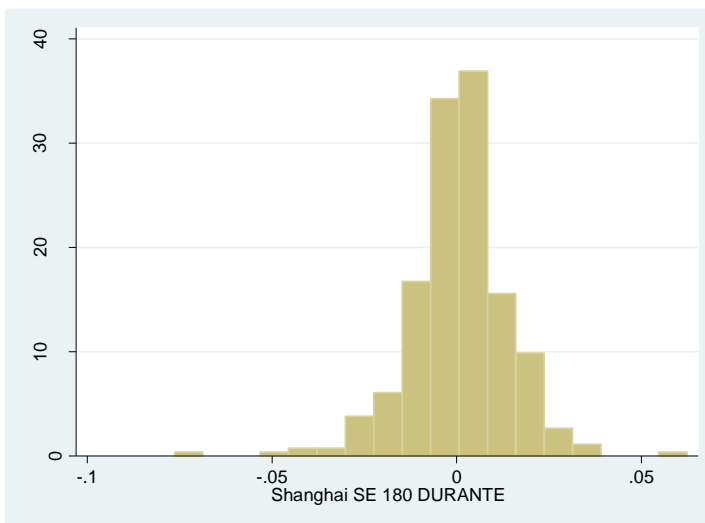
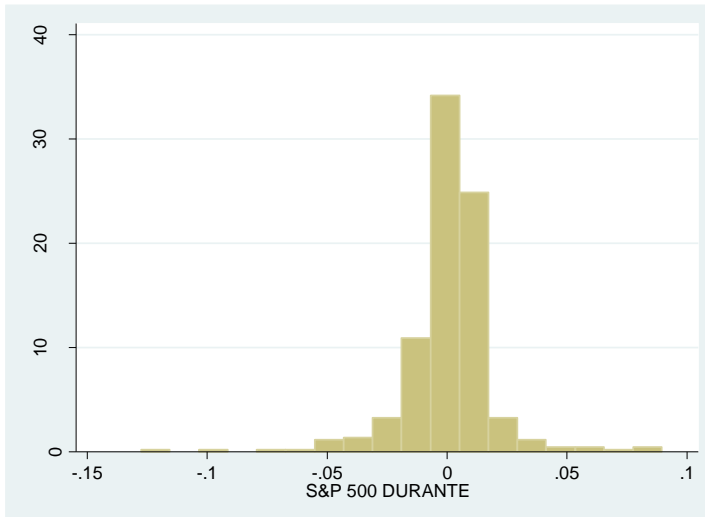




Anexo 4- Histograma das Rendibilidades diárias no subperíodo Durante COVID-19.







*Anexo 5- Output teste de comparação de média (CAC 40)*

```
. ttest CAC40PRE == CAC40DURANTE
```

Paired t test

```
-----
```

Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
CAC40PRE	254	.0009555	.0005248	.0083632	-.000078	.0019889
CAC40D~E	254	-.0002652	.0012984	.0206932	-.0028223	.0022918
diff	254	.0012207	.0014013	.0223331	-.001539	.0039804

```
-----
```

mean(diff) = mean(CAC40PRE - CAC40DURANTE)            t = 0.8711  
 Ho: mean(diff) = 0    degrees of freedom = 253

Ha: mean(diff) < 0            Ha: mean(diff) != 0            Ha: mean(diff) > 0  
 Pr(T < t) = 0.8077            Pr(|T| > |t|) = 0.3845            Pr(T > t) = 0.1923

*Anexo 6- Output teste de comparação de média (DAX 30)*

. ttest DAX30PRE == DAX30DURANTE

Paired t test

```
-----
```

Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
-----+-----						
DAX30PRE	250	.0008964	.0005589	.0088376	-.0002045	.0019973
DAX30D~E	250	.0000488	.0013313	.0210499	-.0025733	.0026709
-----+-----						
diff	250	.0008476	.0014418	.0227965	-.001992	.0036872

mean(diff) = mean(DAX30PRE - DAX30DURANTE)            t = 0.5879  
 Ho: mean(diff) = 0    degrees of freedom = 249

Ha: mean(diff) < 0            Ha: mean(diff) != 0            Ha: mean(diff) > 0  
 Pr(T < t) = 0.7214            Pr(|T| > |t|) = 0.5571            Pr(T > t) = 0.2786

*Anexo 7- Output teste de comparação de média (FTSE MIB)*

. ttest FTSEMIBPRE == FTSEMIBDURANTE

Paired t test

```
-----
```

Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
-----+-----						
FTSEM~RE	251	.0009905	.0005893	.0093362	-.0001701	.0021511

```

FTSEM~TE | 251 -.0002922 .0014374 .0227722 -.0031231 .0025387
-----+-----
diff | 251 .0012827 .0015607 .024726 -.0017911 .0043565
-----+-----

mean(diff) = mean(FTSEMIBPRE - FTSEMIBDURANTE)      t = 0.8219
Ho: mean(diff) = 0                                degrees of freedom = 250

Ha: mean(diff) < 0      Ha: mean(diff) != 0      Ha: mean(diff) > 0
Pr(T < t) = 0.7940      Pr(|T| > |t|) = 0.4119      Pr(T > t) = 0.2060

```

*Anexo 8- Output teste de comparação de média (FTSE 100)*

```
. ttest FTSE100PRE == FTSE100DURANTE
```

Paired t test

```

-----+-----
Variable | Obs   Mean  Std. Err.  Std. Dev.  [95% Conf. Interval]
-----+-----
FTSE1~RE | 252  .0004495  .0004669  .0074114  -.00047  .001369
FTSE1~TE | 252  -.0005283  .0011737  .0186325  -.0028399  .0017834
-----+-----

diff | 252  .0009777  .0012583  .0199743  -.0015004  .0034558
-----+-----

mean(diff) = mean(FTSE100PRE - FTSE100DURANTE)      t = 0.7771
Ho: mean(diff) = 0                                degrees of freedom = 251

Ha: mean(diff) < 0      Ha: mean(diff) != 0      Ha: mean(diff) > 0
Pr(T < t) = 0.7811      Pr(|T| > |t|) = 0.4379      Pr(T > t) = 0.2189

```

*Anexo 9- Output teste de comparação de média (PSI 20)*

```
. ttest PSI20PRE == PSI20DURANTE
```

Paired t test

```

-----
Variable |  Obs   Mean  Std. Err.  Std. Dev.  [95% Conf. Interval]
-----+-----
PSI20PRE |   254  .0003748  .0004795  .0076415  -.0005694  .0013191
PSI20D~E |   254  -.0002211  .0010652  .0169771  -.0023189  .0018768
-----+-----
diff |   254  .0005959  .0011685  .0186223  -.0017053  .0028971
-----

mean(diff) = mean(PSI20PRE - PSI20DURANTE)          t = 0.5100
Ho: mean(diff) = 0                                degrees of freedom = 253

Ha: mean(diff) < 0      Ha: mean(diff) != 0      Ha: mean(diff) > 0
Pr(T < t) = 0.6947      Pr(|T| > |t|) = 0.6105      Pr(T > t) = 0.3053

```

*Anexo 10- Output teste de comparação de média (S&P 500)*

```
. ttest SP500PRE == SP500DURANTE
```

Paired t test

```

-----
Variable |  Obs   Mean  Std. Err.  Std. Dev.  [95% Conf. Interval]
-----+-----
SP500PRE |   251  .0010054  .0004973  .0078786  .000026  .0019848
SP500D~E |   251  .000569  .0013845  .0219352  -.0021578  .0032958
-----+-----
diff |   251  .0004364  .0014857  .023538  -.0024897  .0033625
-----

mean(diff) = mean(SP500PRE - SP500DURANTE)          t = 0.2937
Ho: mean(diff) = 0                                degrees of freedom = 250

Ha: mean(diff) < 0      Ha: mean(diff) != 0      Ha: mean(diff) > 0
Pr(T < t) = 0.6154      Pr(|T| > |t|) = 0.7692      Pr(T > t) = 0.3846

```

Anexo 11- Output teste de comparação de média (Shanghai SE 180)

. ttest ShanghaiSE180PRE == ShanghaiSE180DURANTE

Paired t test

```

-----
Variable |   Obs   Mean  Std. Err.  Std. Dev.  [95% Conf. Interval]
-----+-----
Shang~RE |   243  .0011477  .0007706  .0120118  -.0003702  .0026655
Shang~TE |   243  .0007628  .0008862  .0138137  -.0009827  .0025084
-----+-----
      diff |   243  .0003849  .00119  .01855  -.0019592  .0027289
-----

      mean(diff) = mean(ShanghaiSE180PRE - ShanghaiSE180D~E)    t =  0.3234
Ho: mean(diff) = 0                      degrees of freedom =   242

Ha: mean(diff) < 0      Ha: mean(diff) != 0      Ha: mean(diff) > 0
Pr(T < t) = 0.6267      Pr(|T| > |t|) = 0.7467      Pr(T > t) = 0.3733

```

Anexo 12- Output teste de comparação de variâncias (CAC 40)

. sctest CAC40PRE == CAC40DURANTE

Variance ratio test

```

-----
Variable |   Obs   Mean  Std. Err.  Std. Dev.  [95% Conf. Interval]
-----+-----
CAC40PRE |   254  .0009555  .0005248  .0083632  -.000078  .0019889
CAC40D~E |   362  .0002268  .0009382  .0178507  -.0016182  .0020719
-----+-----
combined |   616  .0005273  .0005921  .0146951  -.0006355  .00169
-----

      ratio = sd(CAC40PRE) / sd(CAC40DURANTE)          f =  0.2195
Ho: ratio = 1                      degrees of freedom = 253, 361

```

Ha: ratio < 1      Ha: ratio != 1      Ha: ratio > 1  
 Pr(F < f) = 0.0000    2\*Pr(F < f) = 0.0000    Pr(F > f) = 1.0000

*Anexo 13- Output teste de comparação de variâncias (DAX 30)*

. sdtest DAX30PRE == DAX30DURANTE

Variance ratio test

```
-----
Variable |  Obs   Mean  Std. Err.  Std. Dev.  [95% Conf. Interval]
-----+-----
DAX30PRE |   250  .0008964  .0005589  .0088376  -.0002045  .0019973
DAX30D~E |   358  .0004489  .0009661  .0182787  -.001451  .0023488
-----+-----
combined |   608  .0006329  .0006132  .0151192  -.0005713  .0018371
-----
```

ratio = sd(DAX30PRE) / sd(DAX30DURANTE)      f = 0.2338  
 Ho: ratio = 1      degrees of freedom = 249, 357

Ha: ratio < 1      Ha: ratio != 1      Ha: ratio > 1  
 Pr(F < f) = 0.0000    2\*Pr(F < f) = 0.0000    Pr(F > f) = 1.0000

*Anexo 14- Output teste de comparação de variâncias (FTSE MIB)*

. sdtest FTSEMIBPRE == FTSEMIBDURANTE

Variance ratio test

```
-----
Variable |  Obs   Mean  Std. Err.  Std. Dev.  [95% Conf. Interval]
-----+-----
FTSEM~RE |   251  .0009905  .0005893  .0093362  -.0001701  .0021511
FTSEM~TE |   360  .0002066  .0010367  .0196692  -.0018321  .0022453
-----+-----
```



combined | 611 .0005286 .0006568 .0162345 -.0007612 .0018184

ratio = sd(FTSEMIBPRE) / sd(FTSEMIBDURANTE) f = 0.2253

Ho: ratio = 1 degrees of freedom = 250, 359

Ha: ratio < 1

Ha: ratio != 1

Ha: ratio > 1

Pr(F < f) = 0.0000

2\*Pr(F < f) = 0.0000

Pr(F > f) = 1.0000

*Anexo 15- Output teste de comparação de variâncias (FTSE 100)*

. sctest FTSE100PRE == FTSE100DURANTE

Variance ratio test

Variable | Obs Mean Std. Err. Std. Dev. [95% Conf. Interval]

FTSE1~RE | 252 .0004495 .0004669 .0074114 -.00047 .001369

FTSE1~TE | 357 -.0001771 .0008665 .0163725 -.0018813 .001527

combined | 609 .0000822 .0005432 .0134062 -.0009847 .001149

ratio = sd(FTSE100PRE) / sd(FTSE100DURANTE) f = 0.2049

Ho: ratio = 1 degrees of freedom = 251, 356

Ha: ratio < 1

Ha: ratio != 1

Ha: ratio > 1

Pr(F < f) = 0.0000

2\*Pr(F < f) = 0.0000

Pr(F > f) = 1.0000

*Anexo 16- Output teste de comparação de variâncias (PSI 20)*

. sctest PSI20PRE == PSI20DURANTE

Variance ratio test

Variable | Obs Mean Std. Err. Std. Dev. [95% Conf. Interval]

```

-----+-----
PSI20PRE | 254 .0003748 .0004795 .0076415 -.0005694 .0013191
PSI20D~E | 362 1.63e-06 .0008081 .0153745 -.0015875 .0015907
-----+-----

combined | 616 .0001555 .0005141 .0127595 -.0008541 .0011651
-----

ratio = sd(PSI20PRE) / sd(PSI20DURANTE)          f = 0.2470
Ho: ratio = 1                                degrees of freedom = 253, 361

Ha: ratio < 1          Ha: ratio != 1          Ha: ratio > 1
Pr(F < f) = 0.0000    2*Pr(F < f) = 0.0000    Pr(F > f) = 1.0000

```

*Anexo 17- Output teste de comparação de variâncias (S&P 500)*

```
. sctest SP500PRE == SP500DURANTE
```

Variance ratio test

```

-----+-----
Variable |  Obs   Mean  Std. Err.  Std. Dev.  [95% Conf. Interval]
-----+-----
SP500PRE |  251  .0010054  .0004973  .0078786  .000026  .0019848
SP500D~E |  356  .0007381  .0010096  .0190498  -.0012475  .0027238
-----+-----

combined |  607  .0008487  .0006265  .0154341  -.0003816  .0020789
-----

ratio = sd(SP500PRE) / sd(SP500DURANTE)          f = 0.1710
Ho: ratio = 1                                degrees of freedom = 250, 355

Ha: ratio < 1          Ha: ratio != 1          Ha: ratio > 1
Pr(F < f) = 0.0000    2*Pr(F < f) = 0.0000    Pr(F > f) = 1.0000

```

*Anexo 18- Output teste de comparação de variâncias (Shanghai SE 180)*

```
. sctest ShanghaiSE180PRE == ShanghaiSE180DURANTE
```

Variance ratio test

```

-----
Variable |  Obs   Mean  Std. Err.  Std. Dev.  [95% Conf. Interval]
-----+-----
Shang~RE |   243  .0011477  .0007706  .0120118  -.0003702  .0026655
Shang~TE |   341  .0005933  .0007296  .0134726  -.0008417  .0020284
-----+-----
combined |   584  .000824  .0005329  .0128772  -.0002226  .0018706
-----

      ratio = sd(ShanghaiSE180PRE) / sd(ShanghaiSE180D~E)      f = 0.7949
Ho: ratio = 1                      degrees of freedom = 242, 340

      Ha: ratio < 1          Ha: ratio != 1          Ha: ratio > 1
Pr(F < f) = 0.0282      2*Pr(F < f) = 0.0565      Pr(F > f) = 0.9718

```

Anexo 19- Output auto regressão subperíodo Pré-COVID-19.

```
. var CAC40 DAX30 FTSEMIB FTSE100 PSI20 SP500 ShanghaiSE180, lags(1/2)
```

Vector autoregression

```

Sample: 3 - 228                      No. of obs   =   226
Log likelihood = 6018.307              AIC          = -52.33015
FPE          = 4.43e-32                HQIC         = -51.68882
Det(Sigma_ml) = 1.75e-32              SBIC         = -50.74096

```

Equation	Parms	RMSE	R-sq	chi2	P>chi2
CAC40	15	.00797	0.0487	11.57437	0.6404
DAX30	15	.008308	0.0575	13.79201	0.4653
FTSEMIB	15	.008942	0.0573	13.73583	0.4696
FTSE100	15	.007024	0.0572	13.69966	0.4723
PSI20	15	.007546	0.0296	6.885479	0.9390
SP500	15	.007487	0.0452	10.70779	0.7088

ShanghaiSE180 15 .010928 0.1399 36.77261 0.0008

-----

-----  
| Coef. Std. Err. z P>|z| [95% Conf. Interval]  
-----+-----

CAC40 |

CAC40 |

L1. | .3027669 .1875338 1.61 0.106 -.0647926 .6703263

L2. | .0745448 .1874952 0.40 0.691 -.292939 .4420287

|

DAX30 |

L1. | -.1891987 .1520346 -1.24 0.213 -.4871811 .1087837

L2. | -.0923784 .1517411 -0.61 0.543 -.3897855 .2050288

|

FTSEMIB |

L1. | -.1638384 .1133048 -1.45 0.148 -.3859117 .0582348

L2. | -.1181267 .1119983 -1.05 0.292 -.3376394 .1013859

|

FTSE100 |

L1. | -.1214828 .1157201 -1.05 0.294 -.3482901 .1053245

L2. | -.1130568 .1134716 -1.00 0.319 -.3354571 .1093434

|

PSI20 |

L1. | .0046738 .1046225 0.04 0.964 -.2003826 .2097302

L2. | .0789428 .103086 0.77 0.444 -.123102 .2809875

|

SP500 |

L1. | .0877658 .1073259 0.82 0.413 -.1225891 .2981206

L2. | .157689 .1041111 1.51 0.130 -.0463651 .3617431

|

ShanghaiSE180 |

L1. | .0595507 .0496213 1.20 0.230 -.0377053 .1568067

L2. | .0598943 .0492851 1.22 0.224 -.0367028 .1564914

|

```

_cons | .0010523 .0005375 1.96 0.050 -1.26e-06 .0021059
-----+-----
DAX30 |
CAC40 |
L1. | .2946666 .1954995 1.51 0.132 -.0885052 .6778385
L2. | .2274009 .1954592 1.16 0.245 -.1556922 .610494
|
DAX30 |
L1. | -.1530384 .1584925 -0.97 0.334 -.4636779 .1576011
L2. | -.1039673 .1581865 -0.66 0.511 -.4140071 .2060725
|
FTSEMIB |
L1. | -.1964662 .1181175 -1.66 0.096 -.4279723 .0350398
L2. | -.1665175 .1167555 -1.43 0.154 -.3953542 .0623191
|
FTSE100 |
L1. | -.1549913 .1206355 -1.28 0.199 -.3914325 .0814498
L2. | -.1790403 .1182914 -1.51 0.130 -.4108873 .0528066
|
PSI20 |
L1. | -.0143195 .1090665 -0.13 0.896 -.2280859 .1994468
L2. | .0837458 .1074646 0.78 0.436 -.126881 .2943726
|
SP500 |
L1. | .1181861 .1118847 1.06 0.291 -.1011038 .337476
L2. | .1090464 .1085334 1.00 0.315 -.1036751 .3217679
|
ShanghaiSE180 |
L1. | .0864842 .051729 1.67 0.095 -.0149029 .1878712
L2. | .0400497 .0513786 0.78 0.436 -.0606505 .1407499
|
_cons | .0009783 .0005604 1.75 0.081 -.00012 .0020766
-----+-----
FTSEMIB |
CAC40 |

```

L1.		.1480303	.2104048	0.70	0.482	-.2643555	.5604161
L2.		.2654555	.2103615	1.26	0.207	-.1468455	.6777566
DAX30							
L1.		-.0342282	.1705763	-0.20	0.841	-.3685516	.3000952
L2.		-.1933547	.170247	-1.14	0.256	-.5270327	.1403233
FTSEMIB							
L1.		-.1497602	.1271231	-1.18	0.239	-.3989168	.0993964
L2.		-.1404063	.1256573	-1.12	0.264	-.38669	.1058774
FTSE100							
L1.		-.0223968	.129833	-0.17	0.863	-.2768648	.2320713
L2.		-.0808644	.1273103	-0.64	0.525	-.3303879	.1686592
PSI20							
L1.		-.1190101	.117382	-1.01	0.311	-.3490745	.1110544
L2.		.1556881	.115658	1.35	0.178	-.0709974	.3823737
SP500							
L1.		.0025403	.120415	0.02	0.983	-.2334688	.2385494
L2.		-.0609554	.1168082	-0.52	0.602	-.2898953	.1679845
ShanghaiSE180							
L1.		.1072855	.055673	1.93	0.054	-.0018315	.2164025
L2.		.05452	.0552958	0.99	0.324	-.0538577	.1628978
_cons		.001059	.0006031	1.76	0.079	-.0001231	.002241
-----+-----							
FTSE100							
CAC40							
L1.		.3594147	.1652777	2.17	0.030	.0354763	.6833532
L2.		-.0289842	.1652437	-0.18	0.861	-.352856	.2948876
DAX30							

L1.		-.1785323	.1339916	-1.33	0.183	-.4411509	.0840863
L2.		-.0611115	.1337329	-0.46	0.648	-.3232266	.2009966
FTSEMIB							
L1.		-.1465534	.099858	-1.47	0.142	-.3422716	.0491647
L2.		.014646	.0987066	0.15	0.882	-.1788155	.2081074
FTSE100							
L1.		.001481	.1019868	0.01	0.988	-.1984094	.2013714
L2.		-.0135589	.1000051	-0.14	0.892	-.2095653	.1824474
PSI20							
L1.		-.0954282	.0922062	-1.03	0.301	-.276149	.0852926
L2.		.0693023	.090852	0.76	0.446	-.1087643	.2473689
SP500							
L1.		.1052596	.0945887	1.11	0.266	-.0801309	.2906501
L2.		.0820287	.0917555	0.89	0.371	-.0978087	.2618662
ShanghaiSE180							
L1.		.0410279	.0437324	0.94	0.348	-.044686	.1267418
L2.		.0233134	.0434361	0.54	0.591	-.0618198	.1084466
_cons		.0001936	.0004737	0.41	0.683	-.0007349	.0011222
-----+-----							
PSI20							
CAC40							
L1.		.0378462	.1775728	0.21	0.831	-.3101901	.3858825
L2.		.0551172	.1775363	0.31	0.756	-.2928476	.403082
DAX30							
L1.		.0145548	.1439592	0.10	0.919	-.2676002	.2967097
L2.		-.0762492	.1436813	-0.53	0.596	-.3578595	.205361
FTSEMIB							

L1.		.0730312	.1072865	0.68	0.496	-.1372465	.283309
L2.		-.0661319	.1060495	-0.62	0.533	-.273985	.1417212
FTSE100							
L1.		-.0439405	.1095736	-0.40	0.688	-.2587009	.1708198
L2.		-.0944294	.1074445	-0.88	0.379	-.3050168	.1161579
PSI20							
L1.		-.1356545	.0990655	-1.37	0.171	-.3298192	.0585102
L2.		.138111	.0976105	1.41	0.157	-.0532021	.3294241
SP500							
L1.		.0489737	.1016252	0.48	0.630	-.1502081	.2481555
L2.		.0611344	.0985812	0.62	0.535	-.1320813	.25435
ShanghaiSE180							
L1.		-.0071707	.0469857	-0.15	0.879	-.0992609	.0849195
L2.		.0165803	.0466673	0.36	0.722	-.074886	.1080466
_cons		.0001815	.000509	0.36	0.721	-.0008161	.0011791
-----+-----							
SP500							
CAC40							
L1.		.3762145	.1761745	2.14	0.033	.0309188	.7215102
L2.		.0171993	.1761383	0.10	0.922	-.3280254	.362424
DAX30							
L1.		-.0797364	.1428256	-0.56	0.577	-.3596695	.2001967
L2.		.0035479	.1425499	0.02	0.980	-.2758448	.2829405
FTSEMIB							
L1.		-.0122776	.1064417	-0.12	0.908	-.2208995	.1963443
L2.		-.0220424	.1052144	-0.21	0.834	-.2282587	.184174
FTSE100							



L1.		-.0797261	.1087108	-0.73	0.463	-.2927952	.1333431
L2.		-.0523914	.1065984	-0.49	0.623	-.2613205	.1565377
PSI20							
L1.		-.0754948	.0982853	-0.77	0.442	-.2681306	.1171409
L2.		.0809109	.0968419	0.84	0.403	-.1088957	.2707174
SP500							
L1.		-.1886329	.100825	-1.87	0.061	-.3862462	.0089804
L2.		-.021245	.0978049	-0.22	0.828	-.2129392	.1704492
ShanghaiSE180							
L1.		-.0065926	.0466157	-0.14	0.888	-.0979576	.0847724
L2.		-.0179112	.0462998	-0.39	0.699	-.1086573	.0728348
_cons		.0009609	.000505	1.90	0.057	-.0000288	.0019506
-----+-----							
ShanghaiSE180							
CAC40							
L1.		.2590083	.2571558	1.01	0.314	-.2450078	.7630243
L2.		.8470801	.2571029	3.29	0.001	.3431678	1.350993
DAX30							
L1.		-.2015296	.2084776	-0.97	0.334	-.6101381	.2070789
L2.		-.1068856	.2080751	-0.51	0.607	-.5147052	.3009341
FTSEMIB							
L1.		-.1002634	.1553692	-0.65	0.519	-.4047815	.2042546
L2.		-.405681	.1535777	-2.64	0.008	-.7066878	-.1046742
FTSE100							
L1.		-.0174926	.1586813	-0.11	0.912	-.3285022	.293517
L2.		-.3013202	.155598	-1.94	0.053	-.6062866	.0036463
PSI20							

```

L1. | .1514116 .1434637 1.06 0.291 -.1297721 .4325952
L2. | .1400129 .1413567 0.99 0.322 -.1370411 .4170669
|
SP500 |
L1. | .2931035 .1471707 1.99 0.046 .0046543 .5815527
L2. | -.093695 .1427625 -0.66 0.512 -.3735042 .1861143
|
ShanghaiSE180 |
L1. | -.056169 .0680432 -0.83 0.409 -.1895313 .0771934
L2. | -.074115 .0675823 -1.10 0.273 -.2065738 .0583438
|
_cons | .0007933 .0007371 1.08 0.282 -.0006514 .002238

```

-----  
*Anexo 20- Output auto regressão subperíodo Durante COVID-19.*

```
. var CAC40 DAX30 FTSEMIB FTSE100 PSI20 SP500 ShanghaiSE180, lags(1/2)
```

Vector autoregression

```

Sample: 3 - 322                No. of obs   =    320
Log likelihood = 7433.997        AIC          = -45.80623
FPE            = 3.02e-29        HQIC         = -45.31248
Det(Sigma_ml) = 1.56e-29        SBIC         = -44.56975

```

Equation	Parms	RMSE	R-sq	chi2	P>chi2
CAC40	15	.016939	0.1803	70.40195	0.0000
DAX30	15	.01714	0.1785	69.5485	0.0000
FTSEMIB	15	.01896	0.1586	60.31742	0.0000
FTSE100	15	.015898	0.1438	53.75384	0.0000
PSI20	15	.015018	0.1433	53.52052	0.0000
SP500	15	.016646	0.2950	133.8822	0.0000
ShanghaiSE180	15	.013153	0.1062	38.02042	0.0005

	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
-----						
CAC40						
CAC40						
L1.	-.204287	.2196969	-0.93	0.352	-.634885	.2263111
L2.	.2669091	.210984	1.27	0.206	-.1466119	.6804301
DAX30						
L1.	.0808958	.1834688	0.44	0.659	-.2786964	.4404881
L2.	-.1758066	.1793235	-0.98	0.327	-.5272741	.1756609
FTSEMIB						
L1.	-.017439	.124225	-0.14	0.888	-.2609155	.2260376
L2.	.6779902	.1264052	5.36	0.000	.4302405	.92574
FTSE100						
L1.	.0505118	.1586036	0.32	0.750	-.2603456	.3613692
L2.	-.7465317	.1570904	-4.75	0.000	-1.054423	-.4386402
PSI20						
L1.	-.0526332	.1162301	-0.45	0.651	-.28044	.1751737
L2.	.0424527	.1178372	0.36	0.719	-.188504	.2734095
SP500						
L1.	.2504939	.0789868	3.17	0.002	.0956827	.4053051
L2.	.0751949	.0739274	1.02	0.309	-.0697001	.22009
ShanghaiSE180						
L1.	-.1185816	.0747966	-1.59	0.113	-.2651802	.028017
L2.	-.071924	.0740884	-0.97	0.332	-.2171346	.0732867
_cons						
_cons	-.0004333	.0009339	-0.46	0.643	-.0022636	.001397
-----						
DAX30						

CAC40 |

L1. | -.2905071 .2222984 -1.31 0.191 -.726204 .1451897

L2. | .4904689 .2134823 2.30 0.022 .0720513 .9088864

|

DAX30 |

L1. | .1253597 .1856413 0.68 0.499 -.2384905 .48921

L2. | -.2669444 .1814469 -1.47 0.141 -.6225737 .0886849

|

FTSEMIB |

L1. | .0135226 .125696 0.11 0.914 -.232837 .2598821

L2. | .582723 .127902 4.56 0.000 .3320397 .8334064

|

FTSE100 |

L1. | -.0760007 .1604817 -0.47 0.636 -.3905391 .2385376

L2. | -.7721391 .1589505 -4.86 0.000 -1.083676 -.4606018

|

PSI20 |

L1. | .0239692 .1176064 0.20 0.839 -.2065351 .2544735

L2. | .0564465 .1192326 0.47 0.636 -.1772451 .290138

|

SP500 |

L1. | .2841059 .0799221 3.55 0.000 .1274615 .4407502

L2. | .0628379 .0748028 0.84 0.401 -.0837728 .2094487

|

ShanghaiSE180 |

L1. | -.1096278 .0756823 -1.45 0.147 -.2579623 .0387068

L2. | -.0927141 .0749657 -1.24 0.216 -.2396442 .054216

|

\_cons | -.0001842 .0009449 -0.19 0.845 -.0020362 .0016678

-----+-----

FTSEMIB |

CAC40 |

L1. | -.1229405 .2459099 -0.50 0.617 -.6049151 .359034

L2. | .4985953 .2361574 2.11 0.035 .0357354 .9614552

|

DAX30 |

L1. | .0410775 .2053593 0.20 0.841 -.3614193 .4435742

L2. | -.2039449 .2007193 -1.02 0.310 -.5973476 .1894577

|

FTSEMIB |

L1. | -.1466289 .1390468 -1.05 0.292 -.4191556 .1258979

L2. | .5699487 .1414872 4.03 0.000 .2926389 .8472585

|

FTSE100 |

L1. | -.0030236 .1775273 -0.02 0.986 -.3509708 .3449236

L2. | -.6859708 .1758335 -3.90 0.000 -1.030598 -.3413434

|

PSI20 |

L1. | .0897314 .130098 0.69 0.490 -.165256 .3447188

L2. | .0604394 .1318969 0.46 0.647 -.1980738 .3189526

|

SP500 |

L1. | .2081909 .088411 2.35 0.019 .0349085 .3814733

L2. | -.1032719 .082748 -1.25 0.212 -.2654549 .0589112

|

ShanghaiSE180 |

L1. | -.099438 .0837209 -1.19 0.235 -.263528 .0646519

L2. | -.1411223 .0829282 -1.70 0.089 -.3036586 .0214141

|

\_cons | -.0002218 .0010453 -0.21 0.832 -.0022705 .0018269

-----+-----  
FTSE100 |

CAC40 |

L1. | -.2574019 .2061915 -1.25 0.212 -.6615298 .1467261

L2. | .3468422 .1980142 1.75 0.080 -.0412585 .7349428

|

DAX30 |

L1. | .1575297 .1721904 0.91 0.360 -.1799574 .4950168

L2. | -.1879966 .1682999 -1.12 0.264 -.5178585 .1418652

|

FTSEMIB |

L1. | -.0928971 .1165885 -0.80 0.426 -.3214064 .1356122

L2. | .4563957 .1186348 3.85 0.000 .2238758 .6889155

|

FTSE100 |

L1. | .0171211 .1488538 0.12 0.908 -.274627 .3088693

L2. | -.6262163 .1474336 -4.25 0.000 -.9151809 -.3372518

|

PSI20 |

L1. | .0458019 .1090851 0.42 0.675 -.168001 .2596047

L2. | .1194335 .1105935 1.08 0.280 -.0973257 .3361927

|

SP500 |

L1. | .1985737 .0741312 2.68 0.007 .0532792 .3438682

L2. | .0062522 .0693829 0.09 0.928 -.1297357 .1422402

|

ShanghaiSE180 |

L1. | -.1529515 .0701986 -2.18 0.029 -.2905383 -.0153647

L2. | -.040058 .069534 -0.58 0.565 -.1763422 .0962261

|

\_cons | -.0006576 .0008764 -0.75 0.453 -.0023754 .0010602

-----+-----

PSI20 |

CAC40 |

L1. | -.1603374 .1947782 -0.82 0.410 -.5420957 .2214209

L2. | .433985 .1870535 2.32 0.020 .0673669 .8006031

|

DAX30 |

L1. | .1752306 .1626592 1.08 0.281 -.1435755 .4940368

L2. | -.3756746 .158984 -2.36 0.018 -.6872776 -.0640716

|

FTSEMIB |

L1. | -.1528653 .110135 -1.39 0.165 -.368726 .0629953

L2. | .4910169 .112068 4.38 0.000 .2713677 .7106661

|

```

FTSE100 |
  L1. | .0869026 .1406143 0.62 0.537 -.1886964 .3625016
  L2. | -.540461 .1392727 -3.88 0.000 -.8134306 -.2674915
  |
PSI20 |
  L1. | .0129641 .1030469 0.13 0.900 -.1890041 .2149324
  L2. | .0539601 .1044718 0.52 0.606 -.1508008 .258721
  |
SP500 |
  L1. | .1638708 .0700278 2.34 0.019 .0266188 .3011229
  L2. | .0429974 .0655423 0.66 0.512 -.0854632 .1714579
  |
ShanghaiSE180 |
  L1. | -.0718601 .0663129 -1.08 0.279 -.201831 .0581109
  L2. | -.0125817 .0656851 -0.19 0.848 -.1413221 .1161587
  |
_cons | -.0004563 .0008279 -0.55 0.582 -.002079 .0011665
-----+-----
SP500 |
CAC40 |
  L1. | -.1484291 .2159008 -0.69 0.492 -.5715869 .2747288
  L2. | .2260765 .2073384 1.09 0.276 -.1802994 .6324523
  |
DAX30 |
  L1. | .2101759 .1802987 1.17 0.244 -.1432031 .5635548
  L2. | -.0118047 .176225 -0.07 0.947 -.3571994 .3335899
  |
FTSEMIB |
  L1. | -.3466624 .1220786 -2.84 0.005 -.585932 -.1073929
  L2. | .4714988 .1242211 3.80 0.000 .2280299 .7149678
  |
FTSE100 |
  L1. | .0719289 .1558632 0.46 0.644 -.2335573 .3774151
  L2. | -.5009835 .1543761 -3.25 0.001 -.803555 -.1984119
  |

```

```

PSI20 |
L1. | .1312626 .1142218 1.15 0.250 -.092608 .3551333
L2. | .1664557 .1158012 1.44 0.151 -.0605104 .3934218
|
SP500 |
L1. | -.1204537 .077622 -1.55 0.121 -.27259 .0316826
L2. | -.0376961 .07265 -0.52 0.604 -.1800875 .1046954
|
ShanghaiSE180 |
L1. | -.1025229 .0735042 -1.39 0.163 -.2465885 .0415427
L2. | -.0405417 .0728083 -0.56 0.578 -.1832433 .1021599
|
_cons | .0005582 .0009177 0.61 0.543 -.0012405 .0023569
-----+-----
ShanghaiSE180 |
CAC40 |
L1. | -.2123522 .1705891 -1.24 0.213 -.5467007 .1219963
L2. | .235995 .1638237 1.44 0.150 -.0850936 .5570836
|
DAX30 |
L1. | .2963999 .1424589 2.08 0.037 .0171856 .5756141
L2. | -.2720921 .1392401 -1.95 0.051 -.5449978 .0008135
|
FTSEMIB |
L1. | -.0583583 .0964576 -0.61 0.545 -.2474116 .1306951
L2. | .3278059 .0981505 3.34 0.001 .1354345 .5201773
|
FTSE100 |
L1. | -.0808226 .1231517 -0.66 0.512 -.3221955 .1605504
L2. | -.2567576 .1219767 -2.10 0.035 -.4958275 -.0176876
|
PSI20 |
L1. | -.0007676 .0902497 -0.01 0.993 -.1776538 .1761187
L2. | .0378347 .0914976 0.41 0.679 -.1414974 .2171668
|

```



SP500 |

L1. | .16933 .0613312 2.76 0.006 .049123 .2895369

L2. | .0124415 .0574028 0.22 0.828 -.1000658 .1249488

|

ShanghaiSE180 |

L1. | -.049696 .0580777 -0.86 0.392 -.1635261 .0641341

L2. | .0733167 .0575278 1.27 0.203 -.0394357 .1860691

|

\_cons | .0000469 .0007251 0.06 0.948 -.0013743 .0014681

-----