

INSTITUTO POLITÉCNICO DE LISBOA
INSTITUTO SUPERIOR DE CONTABILIDADE E ADMINISTRAÇÃO
DE LISBOA



ISCAL

ANÁLISE DO EFEITO DE CONTÁGIO NOS
MERCADOS FINANCEIROS AMERICANO,
EUROPEU, BRASILEIRO E CHINÊS EM TEMPOS
DE COVID-19

Andreia Filipa Moniz de Carvalho

Lisboa, janeiro de 2022

INSTITUTO POLITÉCNICO DE LISBOA
INSTITUTO SUPERIOR DE CONTABILIDADE E ADMINISTRAÇÃO
DE LISBOA

ANÁLISE DO EFEITO DE CONTÁGIO NOS
MERCADOS FINANCEIROS AMERICANO,
EUROPEU, BRASILEIRO E CHINÊS EM TEMPOS
DE COVID-19

Andreia Filipa Moniz de Carvalho

Dissertação submetida ao Instituto Superior de Contabilidade e Administração de Lisboa para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Análise Financeira, realizada sob a orientação científica de Professora Doutora Sónia Margarida Ricardo Bentes, Professora-Adjunta da Área Científica de Finanças e Economia.

Constituição do Júri:

Presidente _____ Prof. Doutor Joaquim Ferrão

Arguente _____ Prof. Especialista Mário Mata

Vogal _____ Prof.^a Doutora Sónia Bentes

Lisboa, janeiro de 2022

“No great achievement is possible without persistent work.”

— Bertrand Russell

Esta dissertação é dedicada a todos os que me acompanharam nesta caminhada,

A vocês, o meu obrigado!

Agradecimentos

A realização desta dissertação exigiu um grande esforço, não só meu, como de todos os que me rodearam ao longo deste período de tempo, numa altura tão difícil como aquela que todos nós passámos nos últimos quase dois anos devido à pandemia que nos assolou. É assim ainda mais importante deixar aqui o meu profundo agradecimento a todos os que estiveram presentes e que me acompanharam neste percurso, pois, sem este apoio, nada disto teria sido possível.

Assim sendo, começo por agradecer aos meus pais, irmã e irmão por todo o suporte, carinho, dedicação e incentivo que me deram ao longo deste caminho, por me terem aturado mesmo quando não conseguia aturar-me a mim própria e por terem estado sempre lá para celebrar as pequenas e as grandes vitórias. Sei que sem vocês, não teria chegado aqui.

Ao meu primo e primas de Lisboa, que me acolheram e apoiaram neste percurso, contribuindo de uma maneira muito especial para o meu crescimento pessoal e incentivando-me a lutar por aquilo que mais desejava.

Aos meus amigos (vocês sabem quem são!) que me acompanharam até este momento e ajudaram nos períodos mais difíceis deste trajeto, por todo o apoio e conforto que me proporcionaram e por todas as vitórias que celebrámos.

À minha orientadora, Sónia Bentes, pelo incentivo e auxílio demonstrados para a elaboração desta dissertação, que em muito contribuíram para o resultado final.

Resumo

Contágio financeiro é um tema que tem despertado, ao longo dos últimos anos, um elevado interesse em numerosos analistas, cujo trabalho e análise desenvolvidos têm relevado a forte importância deste assunto para os mercados financeiros e para os seus participantes. Apesar de, até ao momento, não existir consenso quanto à sua definição, muitos utilizam como base a interpretação estabelecida por Forbes e Rigobon (2002), os quais consideram que este efeito é visível através do aumento significativo da correlação entre os mercados financeiros durante os períodos de crise. Deste modo, o presente estudo exploratório pretende contribuir para esta temática através da análise do contágio durante a pandemia da COVID-19 nos mercados financeiros americano, europeu, brasileiro e chinês, utilizando, para o efeito, as cotações diárias dos índices bolsistas Standard & Poor's 500, Euro Stoxx 50, Bovespa e o CSI 300 para o período compreendido entre 2 de janeiro de 2003 e 30 de junho de 2021. Para alcançar estes objetivos, procedeu-se ao cálculo das estatísticas descritivas de rendibilidade, do teste de *Kolmogorov-Smirnov*, dos coeficientes de correlação e do teste de causalidade de *Granger*.

Palavras-chave: Mercados Financeiros, Contágio Financeiro, COVID-19.

Abstract

Financial contagion is a subject that has aroused, over the last few years, a high level of interest among numerous analysts, whose work and analysis have revealed the strong importance of this matter for the financial markets and their participants. Despite the fact that so far there is no consensus as to its definition, many use as a basis the interpretation established by Forbes and Rigobon (2002), who consider that this effect is visible through the significant increase in correlation between financial markets during periods of crisis. Thus, this exploratory study aims to contribute to this theme by analysing the contagion during the COVID-19 pandemic in the American, European, Brazilian and Chinese financial markets, using for this purpose the daily quotations of the Standard & Poor's 500, Euro Stoxx 50, Bovespa and CSI 300 stock market indices for the period between 2nd January 2003 and 30th June 2021. To achieve these objectives, the descriptive statistics of profitability, the Kolmogorov-Smirnov test, the correlation coefficients and the Granger causality test were calculated.

Keywords: Financial Markets, Financial Contagion, COVID-19.

Índice

1. Introdução	1
2. Enquadramento histórico e temático	3
3. Contágio financeiro – Revisão de literatura.....	5
3.1. Contágio financeiro.....	5
3.2. Meios de transmissão de contágio financeiro.....	9
4. Crise financeira – Impacto da pandemia da COVID-19	13
5. Descrição das metodologias adotadas	17
5.1. Estatísticas descritivas e histograma de resíduos.....	17
5.2. Teste de <i>Kolmogorov-Smirnov</i>	19
5.3. Coeficiente de correlação de <i>Pearson</i>	20
5.4. Teste de causalidade de <i>Granger</i>	21
6. Análise de Dados	23
6.1. Estatísticas descritivas	24
6.2. Coeficiente de correlação de <i>Pearson</i>	32
6.3. Teste de causalidade à <i>Granger</i>	33
7. Conclusão	37
Referências bibliográficas	40
Anexos	1
Anexo I – Testes ADF e KPSS	1
Anexo II – Testes de causalidade de <i>Granger</i>	5

Índice de Figuras

Figura 3.1. Meios de transmissão de contágio.....	10
Figura 6.1. Preços diários referentes ao índice S&P 500.....	25
Figura 6.2. Rendibilidade referente ao índice S&P 500.....	25
Figura 6.3. Preços diários referentes ao índice Euro Stoxx 50.....	25
Figura 6.4. Rendibilidade referente ao índice Euro Stoxx 50.....	26
Figura 6.5. Preços diários referentes ao índice Bovespa.	26
Figura 6.6. Rendibilidade referente ao índice Bovespa.....	26
Figura 6.7. Preços diários referentes ao índice CSI 300.....	27
Figura 6.8. Rendibilidade referente ao índice CSI 300.....	27
Figura 6.9. Histograma de frequência relativo ao índice S&P 500.....	28
Figura 6.10. Histograma de frequência relativo ao índice Euro Stoxx 50.....	28
Figura 6.11. Histograma de frequência relativo ao índice Bovespa.....	29
Figura 6.12. Histograma de frequência relativo ao índice CSI 300.....	29

Índice de Quadros

Quadro 6.1. Identificação dos períodos de crise.....	23
Quadro 6.2. Relações de causalidade para os períodos de crise.....	34
Quadro 6.3. Relações de contágio financeiro, interdependência e independência.....	35

Índice de Tabelas

Tabela 6.1. Medidas de estatística descritiva.....	29
Tabela 6.2. Resultados obtidos do teste de Kolmogorov-Smirnov.....	30
Tabela 6.3. Resultados obtidos no cálculo das correlações.....	32
Tabela 6.4. Resultados do teste de causalidade de Granger.....	33

1. Introdução

“Contagion has become very much a phenomenon, and it’s a phenomenon of globalization.”

- Lawrence Summers

O desenvolvimento e o crescimento dos mercados financeiros nos últimos anos tem sido cada vez mais visível, seja pelo aumento das suas transações, seja pelo incremento dos seus participantes, tendo vindo a acompanhar a evolução dos países, tanto a nível económico e financeiro, como a nível social e político. Associado ao efeito de globalização, esta evolução resultou numa maior interrelação entre os mercados, a qual, apesar de ter consequências positivas, também pode influenciar negativamente as regiões. Deste modo, se é verdade que as barreiras comerciais, financeiras e tecnológicas diminuíram, também é facto que se observa um crescimento generalizado de episódios de contágio financeiro e/ou interdependência entre os países, que resultam numa propagação acentuada de choques negativos entre os mercados.

Neste seguimento, o estudo do efeito de contágio financeiro intensificou-se a partir dos anos 80, em resultado das crises que ocorreram e que suscitaram em muitos investigadores o interesse pela procura de como ocorria a proliferação destas de uns países para os outros e por que meios tal se sucedia, sendo que as crises mais analisadas e mencionadas em artigos científicos são a crise mexicana (1994), a crise asiática (1997), a crise russa (1998), a crise do *subprime* (2008), a crise da dívida soberana (2010) e, mais recentemente, a crise da pandemia da COVID-19. Assim sendo, observa-se a existência de inúmeros trabalhos com diversos métodos utilizados para o estudo deste fenómeno, designadamente o cálculo de correlações e o recurso a cópulas, bem como abundantes teorias sobre os seus meios de transmissão, os quais se podem categorizar, de modo geral, em três vertentes: uma relacionada com a forma como os investidores são influenciados nas suas decisões, outra atinente aos organismos intervenientes nos mercados financeiros e, por último, uma mais associada às características económicas e financeiras dos países.

Apesar da divergência existente em torno deste conceito, todos estes estudos têm em comum o facto de reconhecerem a importância deste tema para o desenvolvimento dos países e para a tomada de decisão de governadores e participantes dos mercados financeiros, nomeadamente no que concerne ao aperfeiçoamento da gestão do portfólio de ativos e da estratégia de diversificação do risco, à adoção de medidas preventivas ao aparecimento de crises financeiras e económicas e à potencialização da difusão de eventos positivos entre regiões.

Assim sendo, a forma como estas crises se transmitem entre países, bem como a rapidez e o impacto com que o fazem foram a motivação principal para o desenvolvimento desta temática na presente dissertação, a qual tem como objetivo analisar o efeito de contágio financeiro nos mercados americano, europeu, brasileiro e chinês entre 2 de janeiro de 2003 e 30 de junho de 2021, com especial foco na crise da pandemia da COVID-19. Pretende-se, assim, verificar o tipo de relação que estes mercados apresentaram na atual crise pandémica, isto é, se ocorreu contágio financeiro e/ou o fenómeno de interdependência, comparando este período com crises passadas e analisando a força e direção com que estas ligações ocorreram. Para tal, foram recolhidas, através da plataforma *Datastream*, as cotações diárias dos índices Standard & Poor's 500 (doravante designado de S&P 500), Euro Stoxx 50, Bovespa e CSI 300, tendo a escolha recaído nestes índices por se considerar serem representativos dos mercados em análise. Já a escolha destes quatro mercados deveu-se principalmente ao facto de serem regiões que, em algum momento da pandemia da COVID-19, foram consideradas como epicentro de contágio deste vírus.

Por conseguinte, este trabalho encontra-se estruturado em sete secções principais. A primeira é a introdução. A segunda refere-se ao enquadramento histórico e temático do fenómeno de contágio financeiro, onde será realizada uma breve introdução aos mercados financeiros e à sua importância. A terceira secção consiste numa breve revisão da literatura sobre a matéria, onde se procede à apresentação de alguns dos estudos desenvolvidos ao longo dos últimos anos sobre o contágio financeiro e sobre os meios de propagação deste. Na secção quatro é desenvolvida a vertente das crises financeiras, com especial incidência no impacto da pandemia da COVID-19, apresentando-se alguns dos principais efeitos desta na vida pessoal dos indivíduos, nas empresas e nos mercados financeiros. Já na secção cinco são desenvolvidas as metodologias a utilizar para a realização deste estudo e na secção sexta expostos os resultados obtidos e as conclusões retiradas em cada uma. Por último, a sétima secção corresponde à conclusão, onde são estabelecidas e resumidas as principais conclusões retiradas com a análise efetuada, bem como apresentados os principais objetivos alcançados e as principais limitações evidenciadas com a realização desta dissertação.

2. Enquadramento histórico e temático

Ao longo dos últimos anos, a evolução dos mercados financeiros tem sido notável em todo o mundo, não só ao nível das bolsas de valores e dos mercados de balcão, como também do número de participantes. Este desenvolvimento relaciona-se, em grande parte, com o aumento da globalização, que fomentou a interrelação entre os mercados, bem como com a mudança comportamental dos investidores e potenciais investidores, que assumem cada vez mais a importância destes mercados para o desenvolvimento dos países, muitos vendo neste meio a resposta para aumentar a sua rentabilidade anual.

Deste modo, os mercados de capitais caracterizam-se pelas transações de títulos, produtos e instrumentos financeiros, mostrando-se essenciais para promover uma eficiente alocação do capital ao canalizar a poupança dos agentes económicos com excedente de fundos para os agentes económicos que carecem desses fundos. É neste âmbito que estes mercados são considerados como um pilar para as diversas economias, apresentando, de acordo com Levinson (2020), sete principais funções:

- Fixação de preços, ao proporcionarem mecanismos de formação de preço para valorizar os diferentes produtos com base nos preços que os sujeitos estão dispostos a dar ou receber por eles;
- Avaliação de ativos, na medida em que os preços de mercado são a melhor forma de valorizar uma empresa ou os ativos dessa empresa;
- Arbitragem, relacionada com a divergência de preços que existe entre mercados, motivando os participantes dos mercados financeiros a negociarem esses títulos em busca de lucros e, assim, conduzirem o seu preço numa direção uniforme, promovendo a eficácia da economia;
- Captação de capitais, ao apresentarem-se como uma fonte de capital para os investimentos dos agentes económicos;
- Transações comerciais, uma vez que apresentam uma panóplia de itens que podem ser transacionados a todo o momento pelos investidores;
- Investimento, já que permitem obter rendimentos sobre fundos que não estão a ser necessários e obter rendimentos futuros sobre os ativos que mantêm na sua carteira de investimento;
- Gestão de risco, dado que possibilita aos investidores adotarem táticas de cobertura de risco através de futuros, opções e outros derivados.

No que se refere ao processo de globalização, os países encontram-se cada vez mais integrados económica, social, cultural e politicamente, o que resulta, conseqüentemente, numa maior interdependência entre os mercados financeiros e entre as diferentes condições macroeconómicas dos países. Como se pode antever, esta evolução acarreta fatores positivos, tais como a maior mobilidade de pessoas e conhecimentos, o crescimento do comércio e a facilidade de investimentos internacionais, mas também negativos, nomeadamente o aumento da propagação de crises financeiras e económicas. Neste quadro, Gabriel e Manso (2015) referem que, a partir da década de 1980, se verificou um acentuado acréscimo de episódios de crise financeira, associado à permissão de livre entrada e saída de recursos financeiros dos mercados. Este facto é também bastante visível pelo conjunto alargado de crises que decorreram nos últimos anos, nomeadamente: a crise mexicana (1994), a crise asiática (1997), a crise russa (1998), a crise do *subprime* (2008) e a crise da dívida soberana (2010). De notar que estes acontecimentos advém igualmente do risco sistemático inerente ao sistema financeiro, designadamente no que concerne às estratégias de risco e rendibilidade adotadas pelos investidores, que impactam fortemente a exposição dos mercados a choques externos ao aumentarem a sua vulnerabilidade.

Assim sendo, este incremento de acontecimentos de crise financeira despertou nos especialistas o interesse pelo estudo e análise dos fenómenos de transmissão e difusão de choques financeiros, procurando estes explicar como é que as entidades são afetadas por acontecimentos externos à sua economia. É neste campo que nasce o conceito de contágio financeiro.

3. Contágio financeiro – Revisão de literatura

Não existe, até ao momento, consenso quanto à definição de contágio financeiro. Muitos autores, no entanto, adotam a postura defendida por Forbes e Rigobon (2002), os quais consideram que este fenómeno só é verificado quando o coeficiente de correlação sofre uma significativa alteração no período de crise face a períodos de relativa estabilidade. Se tal não se verificar, conjectura-se apenas que os mercados são interdependentes entre si. Apesar de a maioria dos investigadores adotarem uma definição relacionada com crises financeiras, é importante salientar que o contágio financeiro também ocorre para acontecimentos positivos, como pode ser exemplo o preço do petróleo, em que a sua diminuição pode ser benéfico para as empresas de vários setores, como, por exemplo, o dos transportes.

O estudo deste fenómeno tem uma enorme importância para os mercados financeiros e os seus participantes, sendo tal facto reforçado por numerosos autores, designadamente Forbes e Rigobon (2002) e Horta, Lagoa e Martins (2016). Neste âmbito, pode-se salientar os seguintes contributos: análise do comportamento dos investidores face a um choque negativo, contribuindo para a perceção de como estes acontecimentos são transmitidos entre os países e as medidas que podem ser tomadas para a diminuição do seu impacto, nomeadamente através do reforço de fundos de estabilização económica; análise do comportamento dos investidores face a um choque positivo, de modo a potenciar a transmissão dos benefícios entre as economias e as medidas que podem ser adotadas para aumentar o seu resultado; e a melhoria da gestão do portfólio e da supervisão das instituições financeiras pois a correlação do retorno das ações entre os países, na presença de contágio, aumenta após a perturbação, reduzindo as vantagens de diversificação internacional.

3.1. Contágio financeiro

Os artigos desenvolvidos no âmbito deste tema demonstram-se abundantes, tanto ao nível das definições adotadas como ao nível da metodologia escolhida. Desta forma, o intuito nesta subsecção é apresentar as contribuições de alguns autores, não sendo intenção menosprezar a importância dos contributos dos artigos não mencionados.

Assim sendo, um dos trabalhos mais referenciado nesta área é o desenvolvido por Forbes e Rigobon (2002). Como indicado anteriormente, estes autores defenderam que só se verificava contágio quando existia um aumento significativo da correlação nos períodos de choques negativos. Assim sendo, o seu estudo incidiu em três momentos de crise – o colapso do mercado

de ações nos Estados Unidos da América em 1987, a crise mexicana de 1994 e a crise asiática de 1997 – e teve como base o cálculo do coeficiente de correlação e do coeficiente de correlação ajustado, o qual pretendia combater a viés que o primeiro modelo normalmente apresenta devido à presença de heteroscedasticidade. Concluíram que, com o primeiro coeficiente, se verificava o efeito de contágio, mas ao utilizar o coeficiente de correlação ajustado tal não se sucedia, considerando-se que a relação entre os mercados era de interdependência.

Favero e Giavazzi (2002) analisaram o efeito de contágio financeiro através do método da máxima verossimilhança com informação completa (FIML), considerando que a propagação dos choques registrada nos mercados financeiros aparentava um comportamento não linear. Para esse fim, estudaram a desvalorização de expectativas nos mercados de capitais das moedas pertencentes aos países incorporados no *Exchange Rate Mechanism* do Sistema Monetário Europeu (constituído pelos países França, Itália, Espanha, Bélgica, Holanda e Dinamarca) e na Suécia, comparando o *spread* da taxa de juro a três meses da Alemanha com o *spread* da taxa de juro a três meses destes países, no intervalo de tempo compreendido entre os anos 1988 a 1992. Os resultados obtidos confirmaram a existência de não-linearidades entre estes países bem como do efeito de *flight-to-quality* (preferência por investimentos mais seguros em tempos de crise), o qual se demonstrou para estes ser o termo correto para caracterizar a relação entre os mercados.

Hon, Strauss e Yong (2004) adotaram uma perspectiva semelhante à primeira aqui apresentada, empregando o coeficiente de correlação ajustado para testar se o ataque às torres gémeas, a 11 de setembro de 2001, originou contágio financeiro em 25 economias. Para tal, dividiram a amostra em dois períodos, um anterior ao ataque (10 de setembro de 2000 a 10 de setembro de 2001) e um posterior ao ataque, subdividindo a análise deste último numa perspectiva de três meses após o ataque (11 de setembro de 2001 a 11 de dezembro de 2001) e de seis meses após o ataque (11 de setembro de 2001 a 11 de março de 2002). As suas descobertas mostraram que, após o 11 de setembro de 2001, os mercados movimentaram-se de modo mais próximo tornando-se, conseqüentemente, menos voláteis e concluíram que o efeito de heteroscedasticidade afetava de modo crítico os resultados obtidos nas análises de contágio, podendo levar a falsos resultados se este não for corrigido, já que obtiveram maior evidência de contágio com o uso do coeficiente de correlação ajustado do que com o não ajustado.

Já Corsetti, Pericoli e Sbracia (2005) aprofundaram mais tarde o estudo efetuado por Forbes e Rigobon (2002) e, apesar da importância que este último teve para a literacia financeira, encontraram resultados contrários à sua investigação. Assim sendo, os autores definiram similarmente o efeito de contágio, considerando-o como “a structural break in the linear

transmission mechanism of financial shocks”¹ (Corsetti et al., 2005, P. 1177). No entanto, através da análise realizada, concluíram que a não inclusão de *country-specific noise* influenciava os resultados ao obterem evidência de contágio entre o mercado de ações de Hong Kong e os mercados de Singapura, Filipinas, França, Itália e Reino Unido na crise de 1997, enquanto que os autores Forbes e Rigobon (2002) apenas observaram este efeito para o mercado de Itália.

Gonzalo e Olmo (2005) consideraram, para o seu estudo, mais adequado o uso de cópulas na investigação deste tema. Assim sendo, conceituaram que, enquanto o contágio financeiro se verifica quando um mercado em queda provoca o colapso de outro mercado, a interdependência resulta no declínio dos dois. Para a sua análise, definiram um novo modelo cópula, uma variante do tipo *Gumbel*, de modo a aferir a existência, intensidade e direção do contágio, bem como a relação deste conceito com o efeito *flight-to-quality*. Os mercados analisados foram o *Dow Jones Corporate Bond Index* (DJBI) e o *Dow Jones Stock Price Index* (DJSI), para o período de 1997 a 2004, e os seus resultados demonstraram que se observava o efeito *flight-to-quality* quando um dos instrumentos se apresentava num período de dificuldade e o efeito de contágio quando ambos os mercados estavam em crise.

Já Rodriguez (2007) assentou o seu artigo na definição proposta por Forbes e Rigobon (2002), alargando o seu estudo para a análise da dependência das caudas de distribuição e aplicando, para o efeito, modelos cópula, nomeadamente: a cópula *t-student*, a cópula *frank* e a cópula *gumbel-clayton*. A sua investigação recaiu em cinco índices de ações do Leste Asiático (Tailândia, Malásia, Indonésia, Coreia e Filipinas) durante a crise asiática de 1997 e em quatro índices de ações da América Latina (México, Argentina, Brasil e Chile) durante a crise mexicana de 1994. Os resultados demonstraram a existência de contágio, evidenciando que a estrutura de dependência entre os índices sofreu alterações durante os períodos de crise, sendo estas mudanças, em muitos casos, estatisticamente significativas.

Kalbaska e Gatkowski (2012) pretenderam estudar a existência de contágio nos mercados de CDS (*credit default swap*) dos países PIIGS (Portugal, Irlanda, Itália, Espanha e Grécia), França, Alemanha e Reino Unido, durante os anos 2005 a 2010. Para tal, consideraram contágio como o “cross country transmission of shocks or general cross-country spillover effects”² (Kalbaska e Gatkowski, 2012, P.658), utilizando o modelo de Média Móvel Exponencialmente Ponderada (*Exponentially Weighted Moving Average*, EWMA) no cálculo das correlações e o teste de causalidade de *Granger* para analisar o seu efeito. Os valores de correlações mais baixos foram

¹ Tradução livre da autora: Uma rutura estrutural no mecanismo de transmissão linear de choques financeiros.

² Tradução livre da autora: Transmissão de choques entre países ou efeitos gerais de repercussão de um país para outro.

obtidos no período anterior ao choque de crédito em 2007, tendo o teste de causalidade de *Granger* revelado maior interdependência causal após a crise financeira global. Os mercados que apresentaram maior influência nos mercados de CDS da Europa foram os de Espanha e Irlanda, sendo o do Reino Unido o que causou menor impacto. Também foi considerada a repercussão do primeiro resgate financeiro da Grécia, em maio de 2010, tendo os autores observando uma menor capacidade de desencadear o efeito de contágio pelos países do PIIGS, com Portugal a ser o país mais vulnerável a choques financeiros e o Reino Unido o mais imune.

Ahmad, Sehgal e Bhanumurthy (2013) interpretaram a definição de contágio como sendo a propagação de choques financeiros de um país para outro, tendo utilizado um modelo multivariado DCC-GARCH para estimar as correlações condicionais e, assim, averiguar o seu efeito dos mercados de ações dos GIPSI (Grécia, Irlanda, Portugal, Espanha e Itália), EUA, Reino Unido e Japão para os mercados de ações dos BRIICKS (Brasil, Rússia, Índia, Indonésia, China, Coreia do Sul e África do Sul). Os autores encontraram variações significativas nas correlações estimadas para o período de crise e concluíram a existência de contágio dos mercados dos GIPSI nos mercados dos BRIICKS pela evidência de *herd behaviour*. Os países mais “contagiosos” dos GIPSI nos BRICKS foram a Irlanda, a Itália e a Espanha, tendo todos os países deste último grupo evidenciado a presença de contágio, exceto a Indonésia e a Coreia do Sul, onde apenas se constatou interdependência.

Pragidis, Aielli, Chionis e Schizas (2015) adotaram a perspectiva defendida por Forbes e Rigobon (2002), analisando os possíveis efeitos de contágio para as obrigações de tesouro gregas a dez anos em relação às obrigações de tesouro a dez anos da França, da Alemanha, da Irlanda, da Itália, de Portugal e da Espanha, para o período de julho de 2006 a julho de 2012. Para tal foram aplicados: o coeficiente de correlação ajustado de Forbes e Rigobon (2002); uma extensão do modelo de EGARCH de forma a incluir uma análise aos *spillovers* de volatilidade; e uma extensão do modelo cDCC de modo a permitir não linearidades na correlação das taxas de retorno destas obrigações. Os resultados alcançados não confirmaram a presença de contágio entre as obrigações, evidenciando uma desagregação das correlações entre as *yield* dos PIIGS e as da Alemanha e da França.

BenMim e BenSaïda (2019) aplicaram a decomposição cópula *R-vine* para avaliar o impacto das interações entre os países americanos e europeus como a fonte para as crises financeiras dos últimos anos. Deste modo, os autores recolheram a cotação diária de cinco índices que consideraram serem representativos destes mercados (S&P 500 e TSX 60 para o mercado americano e CAC 40, DAX 30 e FTSE 100 para o mercado europeu), para o período de 1 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2018. Os resultados obtidos demonstraram alterações ao

nível do contágio dependendo dos períodos em análise, encontrando evidências de que, em períodos de turbulência, a presença deste efeito era mais visível. Concluíram igualmente que os países europeus têm forte influência nos países dos EUA e no Canadá, sendo o *Brexit* e a crise da dívida soberana indicador deste facto.

Em suma, existem inúmeras definições para o conceito de contágio. Enquanto a maioria dos economista prefere adotar uma definição restrita, defendendo que é mais útil na percepção de como as crises são transmitidas e o que deve ser feito para evitar as suas propagações, os cidadãos e os oficiais governamentais preferem uma definição mais abrangente, considerando que este efeito se observa sempre que existe a transmissão de um choque negativo entre países, sendo este facto entendido como uma justificação importante para a sua atuação ao nível do suporte económico. No entanto, independentemente da definição adotada para contágio, tem-se defendido que o aumento da interdependência entre os países nos últimos anos, seja em períodos positivos ou negativos, tornaram extremamente difícil parar este efeito (Forbes, 2012).

3.2. Meios de transmissão de contágio financeiro

Posto isto, para além da importância de analisar a existência ou não de contágio financeiro, é igualmente relevante estudar a forma como este fenómeno se propaga pelos diversos mercados. Esta identificação permite aos governadores dos diversos países tomar medidas mais concretas e fundamentadas para diminuir o alastramento dos seus efeitos negativos, nomeadamente através da adequada regulamentação dos mercados financeiros e da gestão de expectativas dos seus participantes, bem como ao participante individual tomar decisões mais fundamentadas em relação ao seu portfólio e gestão do risco.

Também neste tópico são inúmeros os trabalhos realizados para aferir quais os principais canais de transmissão de contágio, existindo uma variedade de formas de como estes são categorizados. Enquanto uns autores tipificam estes mecanismos pela forma como os investidores são influenciados nas suas decisões (assimetria de mercado, problemas de agência,...), outros adotam uma perspectiva mais vocacionada para os intervenientes na origem do contágio (bancos, instituições financeiras, investidores,...) e outros ainda preferem uma vertente direcionada para as características económicas e financeiras dos países (fundamentos ou não fundamentos). Assim sendo, e adotando uma perspectiva similar à adotada por Forbes e Rigobon (2002), Glummert (2005) e Pereira (2010), apresenta-se na Figura 3.1. um exemplo de como os mecanismos de contágio podem ser segmentados:

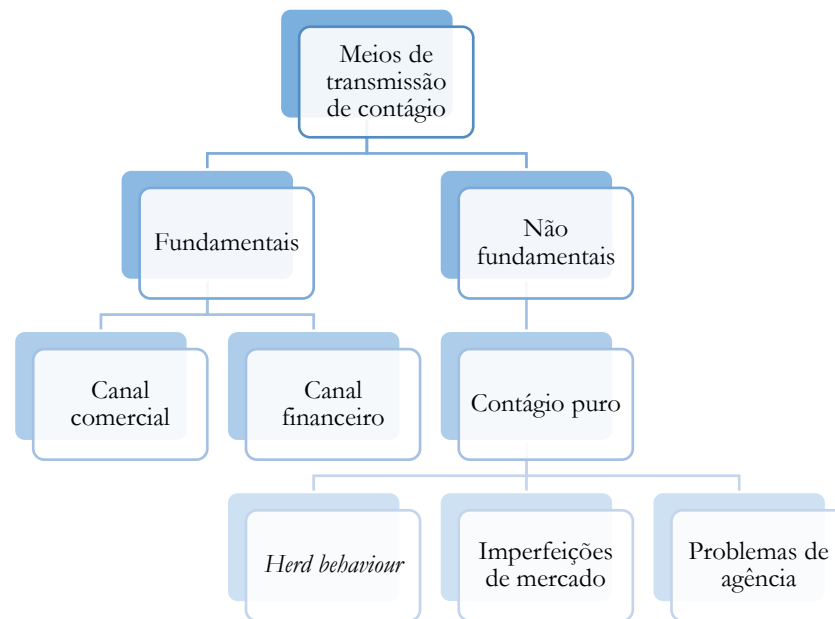


Figura 3.1. Meios de transmissão de contágio

Fonte: Adaptado de Forbes e Rigobon (2002), Glummert (2005) e Pereira (2010)

Os canais fundamentais relacionam-se com as características económicas e financeiras que os países apresentam entre si. Forbes e Rigobon (2002) consideraram que estes se dividiam em: causas económicas fundamentais resultantes de choques agregados, que afetam simultaneamente os fundamentos de várias economias e resultam num movimento comum destas, até um certo nível, podendo originar um aumento da correlação após o choque; e causas económicas fundamentais resultantes de um choque específico num país, que influencia posteriormente outros países.

No entanto, muitos estudos consideram a existência de um canal comercial e de um canal financeiro para esta transmissão. O canal comercial está relacionado com as ligações comerciais entre os países, as quais são afetadas durante uma crise pela diminuição das importações numa dada economia, causada pela redução de retorno característica destes períodos, o que influencia negativamente as exportações dos países com as quais esta se relaciona (Forbes, 2012). Já o canal financeiro, referente às relações financeiras entre os países, encontra-se fortemente conectado com o grau de integração que os mercados financeiros apresentam entre si, o qual, em períodos de choques negativos, pode resultar na liquidação de ativos no país do choque inicial e em outros que apresentem uma categoria de risco semelhante, devido ao re-equacionamento do risco dos portfólios (Pereira, 2010). Contudo, e tal como Glummert (2005) sublinha, nem sempre se consegue separar a vertente comercial da vertente financeira pela relação que, por vezes, ambos os níveis apresentam entre si.

Quando os co-movimentos entre os países não podem ser explicados com recurso a nenhuma das perspetivas anteriores, considera-se que estes ocorreram por contágio puro. Este meio de transmissão engloba um conjunto de admissíveis causas de contágio, estando associado a situações em que as economias não estão diretamente relacionadas ou em que não era expectável que fossem influenciadas pelos choques negativos de outros países. Forbes e Rigobon (2002), através da conjugação dos estudos efetuados por Masson (1997), Valdés (1996) e Mullainathan (1998), concluíram que este mecanismo de propagação podia ser explicado pelas mudanças de expectativas dos investidores, pela liquidez dos mercados financeiros e pela memória de crises passadas por partes dos seus participantes. Já Glummert (2005) considerou que este meio de transmissão de contágio se relacionava com as imperfeições de mercado, com o comportamento de manada e com a antecipação da crise por parte dos investidores. Por outro lado, Pereira (2010) definiu que o contágio puro subdividia-se em: *herd behaviour*, imperfeições de mercado e efeitos de demonstração. Neste estudo, conceitua-se que o contágio puro ocorre devido a: *herd behaviour*, imperfeições de mercado e problemas de agência.

O *herd behaviour* caracteriza-se pela tomada de decisão com base no julgamento de outros investidores, independentemente da informação que têm sugerir agir de modo diferente (Banerjee, 1992). No seu estudo, Banerjee (1992) observou que a primeira pessoa a escolher baseia-se sempre no seu próprio sinal, mas se um segundo agente adotar a mesma postura, o terceiro escolherá o mesmo, sem ter em conta os seus próprios indícios. Segundo Silva (2020), esta atitude resulta da adoção, por parte dos participantes dos mercados financeiros, de um comportamento comum, identificando a teoria de Dow três fases principais nesta reação: (1) antecipação pelos investidores informados de períodos *bullish*, onde existirá um aumento das compras, ou de *bearish*, em que se observará um acréscimo nas vendas; (2) aceleração da tendência, tornando-se mais evidente; (3) tendência é divulgada pela comunicação social, influenciando assim a tomada de decisão dos investidores. Como se pode antever, esta atuação em períodos de crise resulta numa maior propagação do choque negativo uma vez que os investidores assumem como racional as decisões tomadas por outros, adotando uma atitude de imitação face às suas decisões.

Já no que se refere às imperfeições de mercado, todo o investidor sabe que o seu comportamento é fortemente influenciado pela informação que tem disponível. No entanto, a recolha e processamento desta informação tem custos associados, muitas vezes elevados, o que resulta na adoção de estratégias baseadas em sinais de mercado. Assim, se uma empresa decide aumentar a distribuição de dividendos, pode estar a dar a informação ao mercado de que a sua situação financeira é positiva, motivando os indivíduos a investirem nesta. No entanto, se esta

distribuição ocorrer em períodos de crise, como por exemplo na pandemia da COVID-19, e houver indícios de falta de sustentabilidade financeira da entidade, tal atitude pode ser interpretada como imprudente, podendo resultar numa reação contrária. Também a assimetria de informação interfere com a resposta dos participantes dos mercados financeiros. Esta relaciona-se com o facto de os gestores e os investidores não terem a mesma informação, tendo o primeiro informações privilegiadas acerca da empresa e do *cash flow* desta. Deste modo, uma decisão tomada por um investidor pode ser vista por terceiros como sendo influenciada por informação que eles não possuem, levando-os a adotarem a mesma decisão, mesmo que o seu pensamento seja contrário. Em contexto de crise, esta assimetria de informação pode levar ao “pânico” dos investidores, resultando no reajustamento do risco das suas carteiras e posterior venda massiva de ativos.

Em termos de rebalanceamento do portfólio, Horta, Lagoa e Martins (2016) teorizaram no seu estudo que este podia ocorrer de duas formas: através de reequilíbrio entre mercados (*cross-market rebalancing*), em que as mudanças de expectativa em relação ao risco entre mercados resultam na venda de ativos, não só nos países de crise como em outros países afetados, provocando o alastramento da crise; e *flight-to-quality*, associado a alterações de expectativas a um nível mais local, revelando-se na preferência de ativos com menos risco em períodos de choques negativos.

No que concerne aos problemas de agência, estes decorrem da divergência de interesses entre o agente (gestor) e o principal (acionistas), em que o primeiro pretende rentabilizar ao máximo o lucro de curto-prazo para seu próprio benefício enquanto o principal almeja obter resultados sustentáveis no longo prazo. Uma vez que, por norma, existe delegação de funções dos proprietários das empresas para os gestores, ficando estes responsáveis pela gestão dos resultados da empresa, é necessário que haja uma adequada recompensa para o risco que estes assumem ou poderá haver incentivo para que tomem decisões que permitam maximizar a sua própria riqueza em vez de criarem valor para a entidade. Não tendo os proprietários a informação que os gestores têm, o agente, na sua atuação, pode sentir-se incentivado a convencer o principal que as decisões que toma são as mais adequadas, baseando-se nas decisões de outros agentes para fundamentar a sua atuação, tendo apenas em vista a recompensa que poderá obter. De notar que esta divergência de interesses ocorre também aos níveis de acionistas maioritários vs acionistas minoritários, gestores vs colaboradores e credores vs devedores, apresentando forte impacto na influência comportamental destes indivíduos.

4. Crise financeira – Impacto da pandemia da COVID-19

As crises, assim como Gonzalo e Olmo (2005) referem, são fenómenos que afetam mercados independentes, como o financeiro, o de crédito e o monetário, produzindo efeitos negativos em todos, nomeadamente a queda do preço de retorno dos ativos. Muitas são as causas que se podem apontar como estando na origem do seu aparecimento, mas existem aspectos comuns na sua maioria. Um desses pontos é o pensamento de “this time is different”³, como indicam Reinhart e Rogoff (2008, P. 33), em que os países criam uma tendência de empréstimo excessiva nos “bons” tempos, o que resulta numa forte vulnerabilidade em período de baixa. A crise de 2008 é um fiel exemplo desta perspetiva.

Esta crise teve início nos EUA e ficou conhecida pela crise do *subprime* devido à bolha imobiliária que se criou em torno destes empréstimos hipotecários de alto risco. Alguns dos fatores apontados por Amaral (2009) como contribuições para o surgimento desta bolha foram: a autorização de diminuição dos requisitos de credibilidade dos indivíduos para a concessão de empréstimos, em 2003, o que facilitava às famílias pobres o acesso a empréstimos para construir as suas casas; em 2004, a *Securities and Exchange Commission* (SEC) diminuir os requisitos de capital que as instituições financeiras eram obrigadas a divulgar; e a possibilidade por parte destas instituições de deslocarem os seus ativos financeiros para veículos de investimento estruturado, através do processo de securitização, de modo a não aparecerem nos seus balanços e, assim, permitir aumentar fortemente a sua alavancagem. Tal como o autor reforça, estes veículos incluíam principalmente CDS, que possibilitavam a transferência de risco de umas instituições para outras, e CDO (*collateralized debt obligations*), que combinavam ativos de baixo risco e empréstimos *subprime* num único produto financeiro. Posto isto, o problema surgiu quando os contraentes destes créditos começaram a evidenciar incapacidade de cumprir com os seus pagamentos aos bancos, originando consequências desastrosas para as grandes entidades devido à elevada alavancagem que estas demonstravam. Tal resultou na falência e resgate, por parte do Governo, dos maiores bancos e seguradoras dos EUA, como são exemplos: o banco de investimento Bear Stearns, que foi adquirido pela JP Morgan em março de 2008; Fannie Mae e Freddie Mac que foram nacionalizadas no início de setembro de 2008; o banco Lehman Brothers, que declarou falência a 15 de setembro de 2008; e a seguradora AIG, que recebeu uma injeção de liquidez por parte do governo americano após esta ter ameaçado falência, em setembro de 2008.

³Tradução livre da autora: Desta vez é diferente

A crise do *subprime*, tal como as crises dos anos precedentes, permitiu evidenciar a forte relação que os mercados apresentam entre si, contribuindo igualmente para o surgimento de mais estudos sobre o contágio financeiro. Em nota de exemplo, podem-se referir as seguintes investigações que se centraram na crise de 2008: Horta, Mendes e Vieira (2010), que usaram modelos cópula para realizar três testes empíricos no grupo NYSE Euronext, concluindo existirem sinais estatisticamente relevantes de contágio, bem como evidências de que a intensidade desta crise foi sentida de modo idêntico em todos os países da amostra; Baur (2012), que encontrou fortes indícios de contágio para uma amostra de 25 países e dez setores de atividade, captando que mesmo os mercados que não presenciaram este efeito sofreram impacto com as consequências da crise; e BenSaida e Litimi (2020) que através do uso de uma cópula regular *vine* encontraram manifestações de contágio para os mercados de ações dos países que constituem o G10.

O período pandémico atual é, infelizmente, também um tempo de crise que, apesar de não ter surgido diretamente de razões financeiras e/ou económicas, resultou num forte e negativo impacto em todo o mundo, evidenciando as principais fragilidades que os países apresentavam. Os primeiros casos desta doença foram reportados pela China, em Wuhan, a 31 de dezembro de 2019, como sendo uma pneumonia desconhecida, conforme dados divulgados pela Organização Mundial de Saúde (OMS). Esta “pneumonia” foi, em 7 de janeiro de 2020, associada ao coronavírus tendo a denominação de COVID-19 surgido apenas a 11 de fevereiro de 2020. Iniciava-se assim uma crise sanitária como nunca se tinha presenciado, a qual se anteviu, desde cedo, vir a causar graves consequências a nível económico, financeiro e social. Estas consequências foram fortemente influenciadas pelas medidas de prevenção de contágio que os Governos se viram forçados a adotar de forma de controlar o crescente número de infetados e de mortes. Entre estas diligências podem-se referir: o confinamento das cidades, a proibição de viagens entre países, o recurso generalizado ao teletrabalho e a implementação do *lay-off* para empresas que demonstraram não ter capacidade para operar a 100% durante o período de *lock-down*. Muitas entidades, de modo individual, viram-se igualmente forçadas a aplicar medidas complementares, tais como: a diminuição de salários e a redução do valor de dividendos a distribuir.

Como se pode antecipar, todas estas decisões influenciaram desfavoravelmente os setores como o turismo, a restauração e os transportes e, tal como referem Mazur, Dang e Vega (2020), também o setor do petróleo sofreu graves consequências, encontrando estes autores evidências de empresas que operavam neste setor e que perderam cerca de 60% do seu valor de mercado num dia. Uma investigação realizada por Sharif, Aloui e Yarovaya (2020) considerou ainda que

os países enfrentavam duas crises simultâneas, a crise da COVID-19 e a crise petrolífera, sendo que “for the US economy oil remains the main source of systematic risk, while a spread of COVID-19 increases the uncertainty due to the unpredictable severity of the response to the pandemic”⁴ (Sharif, Aloui e Yarovaya, 2020, P.6). Ou seja, a queda observada no petróleo provocou complicações notáveis ao nível dos mercados financeiros americanos, fruto do risco sistemático que originou, mas a pandemia destabilizou estes mercados ao aumentar a incerteza sobre os acontecimentos futuros.

Um estudo elaborado por Yarovaya, Matkovskyy e Jalan (2020) considerou ainda que a COVID-19 teve um efeito de cisne negro (*black swan*) nos mercados das criptomoedas devido às anomalias comportamentais que daí advieram. De acordo com Taleb (2011), cisne negro é um episódio altamente improvável e inesperado, com consequências acentuadas sobre as quais é posteriormente procurada uma explicação de modo a torná-lo num evento menos aleatório. Assim sendo, estes autores argumentaram que não existe registo, no passado, de uma pandemia com os efeitos da presente, considerando este evento como sendo de difícil previsão. No entanto, Harvey (2020) descartou esta hipótese, argumentando que a COVID-19 se trata de um desastre natural e que apenas o impacto, e não o aparecimento, pode ser semelhante ao de um cisne negro. Também Goodwell (2020) não concordou com esta assunção, alegando a existência de numerosos estudos académicos efetuados no passado que evidenciavam uma elevada probabilidade de o mundo ser afetado por uma pandemia, o que torna este fenómeno esperado.

No que concerne aos mercados financeiros, os impactos da COVID-19 foram similarmente desastrosos. Como referem Akhtaruzzamana, Boubakerb e Sensoyd (2020, P.1) *in* World Economic Forum, 2020, “Level 1 market-wide circuit-breakers based on drops of 7% from the previous close were triggered four times on 9, 12, 16 and 18 March 2020 in the US stock market to prevent larger crashes”⁵. Estes eventos refletem o pânico e a incerteza que os indivíduos sentiram com as novas notícias sobre o vírus, sendo de referir que este mecanismo só tinha sido ativado, desde a sua criação em 1988, uma única vez, aquando da crise financeira asiática de 1997.

Neste sentido, o autor Yildirim (2020) aponta três razões que, no seu entender, justificam o forte e rápido impacto deste vírus nos mercados financeiros:

⁴ Tradução livre da autora: Para a economia dos Estados Unidos, o petróleo continuou a ser a principal fonte de risco sistemático, enquanto que a COVID-19 aumentou a incerteza devido à imprevisão da severidade da resposta à pandemia.

⁵ Tradução livre da autora: Os *market-wide circuit breakers*, devido a quedas de 7% [nas cotações bolsistas] relativamente ao fecho anterior, foram ativados quatro vezes nos dias 9, 12, 16 e 18 de março de 2020 nos mercados de ações dos Estados Unidos de modo a prevenir maiores quebras.

- a) as consequências que este teve nas economias dos países logo de início;
- b) o facto dos indivíduos terem mais facilidade de acesso à informação e a rapidez com que esta é transmitida pelos *media*;
- c) a maior conexão que os mercados apresentam atualmente.

Também nesta vertente Papadamou, Athanasios, Kenourgios e Dimitriou (2020) estudaram 13 mercados de ações da Europa, Ásia, EUA e Austrália quanto ao comportamento dos investidores neste período de crise, encontrando evidências de que as pesquisas efetuadas no *google* no âmbito do tema COVID-19 contribuíram para o aumento da ansiedade em relação ao impacto desta pandemia no mundo, ampliando assim a aversão ao risco por parte dos investidores. Todos estes fatores resultaram num alarmismo e insegurança generalizados, originando quedas abruptas nos mercados acionistas de todo o mundo.

5. Descrição das metodologias adotadas

A presente dissertação almeja aferir a existência, ou não, de contágio financeiro entre os mercados americano, europeu, brasileiro e chinês durante a pandemia da COVID-19. Para concretizar esta análise recolheram-se os valores de cotação diárias dos índices S&P 500, Euro Stoxx 50, Bovespa e CSI 300 para o período compreendido entre 2 de janeiro de 2003 e 30 de junho de 2021, recorrendo-se à base de dados *Datastream* para os obter. A escolha recaiu sobre estes quatro índices bolsistas por se considerar serem representativos dos mercados em observação e por serem zonas que, em algum momento na pandemia, foram consideradas como epicentro na transmissão do vírus. Já o período alargado de tempo tem como objetivo permitir a análise de crises ocorridas no passado, de modo a observar comparativamente o comportamento delas face à presente.

Para este estudo, procedeu-se aos seguintes testes:

- Cálculo e análise das estatísticas descritivas e respetivo histograma;
- Aplicação do teste de *Kolmogorov-Smirnov*;
- Cálculo do coeficiente de correlação de *Pearson*;
- Aplicação do teste de causalidade à *Granger*.

5.1. Estatísticas descritivas e histograma de resíduos

Para proceder à análise das estatísticas descritivas, demonstrou-se necessário calcular as rendibilidades diárias dos índices, de forma a estacionarizar a série, uma vez que os preços dos ativos apresentam normalmente um comportamento não estacionário. Deste modo, foi efetuado o seguinte cálculo:

$$R_t = \ln y_t - \ln y_{t-1} \quad (5.1)$$

em que R_t é a rendibilidade diária do período t e y_t o preço observado para o período t .

A importância da estacionariedade de uma série relaciona-se com o facto de, sem este pressuposto, ser impossível fazer previsões, apenas se podendo estudar o comportamento da série para o período em análise. Assim, de acordo com Gujarati e Porter (2011, P.740),

a stochastic process is said to be stationary if its mean and variance are constant over time and the value of the covariance between the two time periods depends only on the distance or gap or lag between the two time periods and not the actual time at which the covariance is computed.⁶

Assim sendo, e de modo a aferir a estacionariedade das variáveis, é fundamental a realização de dois testes de raiz unitária: o teste *Augmented Dickey Fuller* (ADF) e o teste *Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin* (KPSS). Se se verificar a presença de uma raiz unitária, conclui-se que a série apresenta um comportamento de passeio aleatório, ou seja, que é não estacionária.

O teste ADF, como refere Gujarati e Poter (2011), consiste na estimação da seguinte regressão:

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + (\rho - 1)Y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \alpha_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (5.2)$$

em que $\beta_1 + \beta_2 t$ representa a tendência determinística, ρ o coeficiente de auto-regressão da variável Y_t , α_i o agregado de coeficientes das diferenças desfasadas de ΔY_t , $\Delta Y_{t-1} = (Y_{t-1} - Y_{t-2})$ e ε_t o termo de erro de ruído branco. Tal como os autores referem, o ideal é incluir o número de termos de diferença desfasada (*lagged*) necessários para que o termo de erro seja não correlacionado, de modo a obter um coeficiente $(\rho - 1)$ não enviesado. O programa *Eviews* permite selecionar diferentes critérios de seleção do número de desfasamentos necessários, nomeadamente os critérios de *Akaike* e *Schwarz*. Posto isto, o modelo define:

H_0 : a série apresenta uma raiz unitária;

H_1 : a série não apresenta uma raiz unitária.

A intenção neste teste é, portanto, rejeitar a hipótese nula de modo a comprovar que a série é estacionária.

Para comprovar os resultados obtidos do teste ADF, garantindo a sua consistência, muitos autores adotam também a realização do teste KPSS. Este teste não paramétrico assume como hipótese nula a estacionariedade da série, ao contrário do anterior modelo. Ou seja:

H_0 : a série é estacionária;

H_1 : a série é não estacionária.

⁶Tradução livre da autora: Um processo estocástico diz-se estacionário se a sua média e variância forem constantes ao longo do tempo e se o valor da covariância entre dois períodos de tempo depender apenas da distância ou intervalo ou *lag* entre esses dois períodos e não do tempo real em que a covariância é calculada.

Este é baseado na regressão linear, apresentando três componentes na sua equação (Syczewska, 2010):

$$Y_t = \xi_t + r_t + \varepsilon_t \quad (5.3)$$

$$r_t = r_{t-1} + \mu_t \quad (5.4)$$

em que ξ_t corresponde à tendência determinística, r_t ao passeio aleatório e ε_t à variável de erro estacionário. O μ_t representa o termo de erro da equação (5.4). Para testar a hipótese nula, recorre-se ao teste de multiplicadores de *Lagrange* (LM):

$$LM = \sum_{t=1}^T S_t^2 / \sigma_\varepsilon^2, \text{ em que } t=1, 2, 3, \dots, T \quad (5.5)$$

$$\text{e com } S_t = \sum_{i=1}^t e_i \quad (5.6)$$

em que S_t^2 corresponde à soma do quadrado dos erros, σ_ε^2 à variância e e_i aos erros das regressões.

O objetivo neste teste é, então, o de aceitar a hipótese nula, isto é, que a série é estacionária, de modo a corroborar os resultados do teste ADF.

A análise das estatísticas descritivas relativas à rendibilidade inclui igualmente a verificação dos histogramas das rendibilidades diárias, permitindo caracterizar as séries quanto à sua assimetria e curtose.

5.2. Teste de *Kolmogorov-Smirnov*

O teste não paramétrico de *Kolmogorov-Smirnov* permite comparar se a distribuição acumulada de uma certa amostra selecionada segue o comportamento de uma distribuição conhecida (ex.: distribuição normal, distribuição exponencial, entre outras). A distribuição acumulada (F) é definida como se segue,

$$F(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \begin{cases} 1, & \text{se } y_i \leq x \\ 0, & \text{se } y_i > x \end{cases} \quad (5.7)$$

em que n é o número de observações e y_i os valores das observações.

Assim sendo, as hipóteses do modelo são definidas como:

$$H_0: D = D_0;$$

$$H_1: D \neq D_0.$$

em que D é a distribuição da amostra e D_0 uma distribuição específica conhecida, com:

$$D = \max_{1 < i < N} \left(F(y_i) - \frac{i-1}{N}; \frac{i}{N} - F(y_i) \right) \quad (5.8)$$

Tal como Pereira (2010) e Lobão (2009) referem, este teste, ao avaliar as características estatísticas das séries da amostra, permite verificar se, ao longo do período em análise, ocorreram alterações significativas nas características da função de distribuição da amostra. Estas alterações serão consideradas como indícios da ocorrência do efeito de contágio.

5.3. Coeficiente de correlação de *Pearson*

O coeficiente de correlação é definido como se segue (Gujarati e Porter, 2011):

$$\rho = \frac{cov(X,Y)}{\sqrt{[var(X).var(Y)]}} = \frac{cov(X,Y)}{\sigma_X \sigma_Y} \quad (5.9)$$

$$\text{com a } cov(X, Y) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - x_{med}) \cdot (y_i - y_{med}) \quad (5.10)$$

Este coeficiente mede a relação linear entre duas variáveis, sendo o seu valor compreendido entre -1 e 1.

- Se $\rho = 1$, diz-se que a associação é perfeita positiva;
- Se $\rho = 0$, diz-se que não existe associação;
- Se $\rho = -1$, diz-se que a associação é perfeita negativa.

Posto isto, o cálculo dos coeficientes de correlação na presente dissertação almeja verificar o nível de associação entre os índices bolsistas mencionados, pretendendo-se observar se existiram alterações significativas nos valores de correlação após os períodos de choque. Deste

modo, se se observar este aumento significativo, considerar-se-à que existiu contágio entre essas duas variáveis.

5.4. Teste de causalidade de *Granger*

Na parte final do estudo, procede-se à utilização do teste de causalidade de *Granger* de modo a avaliar a causalidade da relação das variáveis. De notar que, apesar do cálculo do coeficiente de correlação ser importante, apenas transmite informação sobre a força e o sinal da relação, não a direção em que esta ocorre (Ruivo, 2011).

A causalidade de *Granger* assenta no pressuposto de que, se um evento x é a causa de um evento y , então o acontecimento x precedeu o acontecimento y . Deste modo, este teste permite analisar quanto do acontecimento y pode ser explicado por valores passados de y e como a inclusão de valores desfasados de x aumenta essa explicação, sendo que, mesmo que se verifique que “ x causou à *Granger* y ”, tal não significa que y seja o efeito ou o resultado de x .

No que se refere ao número de variáveis a incluir, considera-se que quando existem apenas duas variáveis o teste de causalidade de *Granger* diz-se bilateral, enquanto que se abranger mais que duas, denomina-se de multivariado.

Posto isto, e adotando o modelo bilateral, é assumido que as variáveis X e Y são estacionárias, incluindo um certo número de desfasamentos a definir, e envolve a estimação das seguintes expressões,

$$Y_t = \sum_{i=1}^n \alpha_i Y_{t-i} + \sum_{j=1}^n \beta_j X_{t-j} + \mu_{1t} \quad (5.11)$$

$$X_t = \sum_{i=1}^n \alpha_i X_{t-i} + \sum_{j=1}^n \beta_j Y_{t-j} + \mu_{2t} \quad (5.12)$$

em que se considera que μ_{1t} e μ_{2t} são não correlacionados. Assim sendo, as hipóteses do modelo são definidas como:

- Para a equação (5.11):

$H_0: \sum \beta_j = 0$, para $j = 1, 2, \dots, p$, indica que não existe causalidade “à *Granger*” da variável X para a variável Y , pois os termos desfasados de X não pertencem à regressão;

$H_1: \sum \beta_j \neq 0$, para $j = 1, 2, \dots, p$, indica que existe causalidade “à *Granger*” da variável X para a variável Y , pois os termos desfasados de X pertencem à regressão.

- Para a equação (5.12):

$H_0: \sum \beta_j = 0$, para $j = 1, 2, \dots, p$, indica que não existe causalidade “à Granger” da variável Y para a variável X , pois os termos desfasados de Y não pertencem à regressão;

$H_1: \sum \beta_j \neq 0$, para $j = 1, 2, \dots, p$, indica que existe causalidade “à Granger” da variável Y para a variável X , pois os termos desfasados de Y pertencem à regressão.

Para o teste da hipótese nula, é então utilizado o teste estatístico F :

$$F = \frac{(SQR_R - SQR_{UR})/m}{SQR_{UR}/(n-k)} \quad (5.13)$$

Em que segue uma distribuição F com m e $(n-k)$ graus de liberdade, em que m corresponde ao número de desfasamentos e k ao número de parâmetros da regressão irrestrita. Se o valor F ultrapassar o valor crítico de F ao nível de significância selecionado, a hipótese nula é rejeitada, o que significa que X causa “à Granger” Y .

A causalidade pode então ocorrer de quatro formas:

1. Causalidade unilateral de Y para X , que ocorre se os coeficientes desfasados de Y na equação (5.12) forem globalmente estatisticamente diferentes de zero e o conjunto de coeficientes estimados de X na equação (5.11) não for estatisticamente diferente de zero.
2. Causalidade unilateral de X para Y , que ocorre se os coeficientes desfasados de Y na equação (5.12) não forem globalmente estatisticamente diferentes de zero e se o conjunto de coeficientes de X na equação (5.11) for estatisticamente diferente de zero.
3. Causalidade bilateral, que ocorre quando os conjuntos de coeficientes desfasados de X e Y de ambas as equações são estatisticamente diferentes de zero;
4. Independência, que ocorre quando os conjuntos de coeficientes desfasados de X e Y de ambas as equações não são estatisticamente diferentes de zero.

Por conseguinte, para o objetivo da presente dissertação, a presença do efeito de contágio será assumida para as situações em que Y causa “à Granger” X (1) e em que X causa “à Granger” Y (2), considerando-se que, quando a relação de causalidade é bilateral (3), observa-se uma situação de interdependência. No último caso (4) é assumido que os índices em estudo não têm qualquer relação causal entre eles.

6. Análise de Dados

O foco principal desta dissertação é a análise do efeito de contágio no período de pandemia pela COVID-19. Para tal, foram recolhidos dados dos últimos 18 anos pretendendo-se com este período alargado comparar os resultados desta crise com crises passadas, nomeadamente a crise do *subprime*, não tendo sido incluída a crise tecnológica do início de século por não estarem disponíveis os dados de cotações para a maioria dos índices em estudo. De modo a alcançar este propósito, foi necessário dividir a amostra entre períodos de crise e períodos de relativa tranquilidade, a fim de aferir se as alterações entre estas duas fases foram significativas e quais as semelhanças e diferenças entre épocas com a mesma tipologia. O Quadro 6.1. apresenta a divisão destes períodos:

Quadro 6.1. Identificação dos períodos de crise

Crises	Data Inicial	Data Final
<i>Subprime</i>	01-08-2007	31-03-2009
Dívida Soberana	23-04-2010	30-09-2012
<i>Brexit e a Guerra Comercial</i>	23-06-2016	28-02-2019
COVID-19	31-12-2019	30-06-2021

A data de início da crise do *subprime* assume-se como sendo a 1 de agosto de 2007, seguindo a perspetiva de Horta et. al. (2010), uma vez que, tal como estes autores referem, este foi o mês em que a bolha hipotecária rebentou. A data de término desta crise varia consoante a perspetiva mas, tal como refere Zorgati e Lakhali (2020), o mês de março de 2009 é considerado por muitos autores como o fim deste período de choque.

A crise da dívida soberana considerou-se ter início a 23 de abril de 2010 por ter sido esta a data em que a Grécia pediu formalmente ajuda externa à União Europeia, devido à enorme dívida pública que apresentava. O fim da crise foi definido como sendo a 30 de setembro de 2012, adotando o entendimento de Suh (2015), por ser o período de tempo que mais impacto apresentou nos mercados financeiros em análise, apesar de nos anos seguintes ainda se ter verificado alguns efeitos desta crise, nomeadamente o pedido de ajuda feito por Chipre, em 2013. O forte impacto circunscrito principalmente neste período é observável nos gráficos de preços diários que se apresentam na subsecção 6.1. (Figura 6.1., Figura 6.3., Figura 6.5. e Figura 6.7.).

Já o *brexit* iniciou-se a 23 de junho de 2016, correspondendo à data em que se aferiu que 52% da população britânica queria que o país saísse da União Europeia. Simultaneamente ao período de incerteza do *brexit* na União Europeia, existiu ainda a guerra comercial entre a China e os EUA, que surgiu do facto de Donald Trump, o presidente dos EUA naquele período, querer taxar as importações chinesas em 45%. As primeiras medidas de taxaçoão foram tomadas a 22 de janeiro de 2018, mas nos anos de 2016 e 2017 já existiam desentendimentos entre os dois países, o que iniciou uma época de incerteza sobre o que aconteceria. A data de fim para esta crise foi definida como sendo a 28 de fevereiro de 2019 pelo facto de os mercados financeiros europeu, americano e chinês já evidenciarem a recuperação dos preços, apesar de apenas ter existido um acordo entre os EUA e a China para estabilização das relações comerciais das duas potências no dia 15 de janeiro de 2020 e da União Europeia só ter ratificado o acordo de saída do Reino Unido a 30 de janeiro de 2020.

Para o início da pandemia por COVID-19 adotou-se a data de 31 de dezembro de 2019 por ter sido o dia em que foi reportado publicamente o primeiro caso de coronavírus em todo o mundo, concordando com o definido por Akhtaruzzaman et al. (2020).

Posto isto, apresenta-se de seguida os testes estatísticos realizados e a correspondente análise.

6.1. Estatísticas descritivas

Conforme referido na secção anterior, para analisar o contágio entre os índices bolsistas S&P 500, Euro Stoxx 50, Bovespa e CSI 300, representativos dos mercados americano, europeu, brasileiro e chinês, foi necessário proceder ao cálculo das rendibilidades. Neste sentido, para aferir se as séries de rendibilidades são estacionárias, isto é, se não apresentam raízes unitárias, demonstrou-se essencial a realização de dois testes, com recurso à ferramenta *Eviews 11*: o teste ADF e o teste KPSS.

No que se refere ao teste ADF, para as quatro séries em análise rejeitou-se a hipótese nula de existência de raíz unitária para os níveis de significância de 1%, 5% e 10%, na medida em que os valores da estatística de t foram inferiores aos valores críticos dos graus de significância, bem como a probabilidade obtida (0,0001) se demonstrou inferior ao grau de significância de 1%. Já o teste KPSS confirmou os resultados obtidos no primeiro, aceitando-se em todos a hipótese nula de estacionariedade da série, uma vez que os valores do teste estatístico se apresentaram, em todas as séries, inferiores aos valores críticos dos graus de significância de 1%, 5% e 10%.

Seguidamente, apresentam-se os gráficos de preços e rendibilidades para cada índice, tendo os mesmos sido obtidos através das ferramentas *Microsoft Office Excel* e *Eviews 11*:

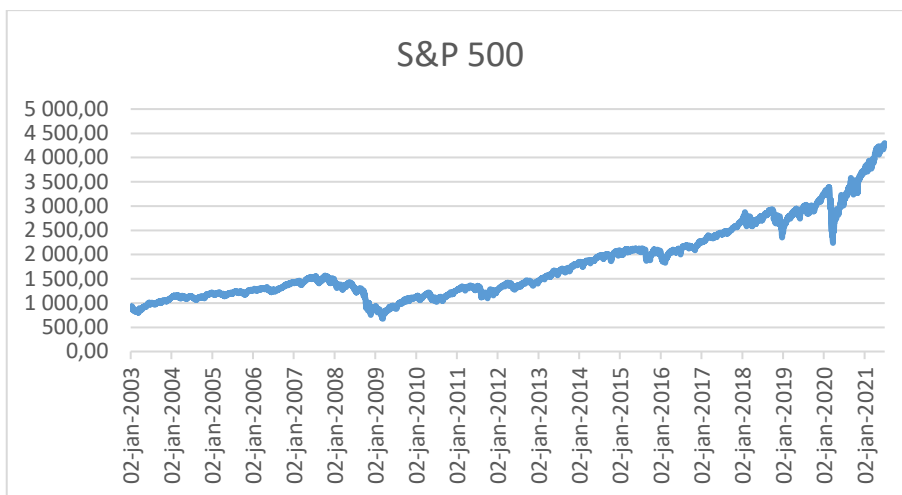


Figura 6.1. Preços diários referentes ao índice S&P

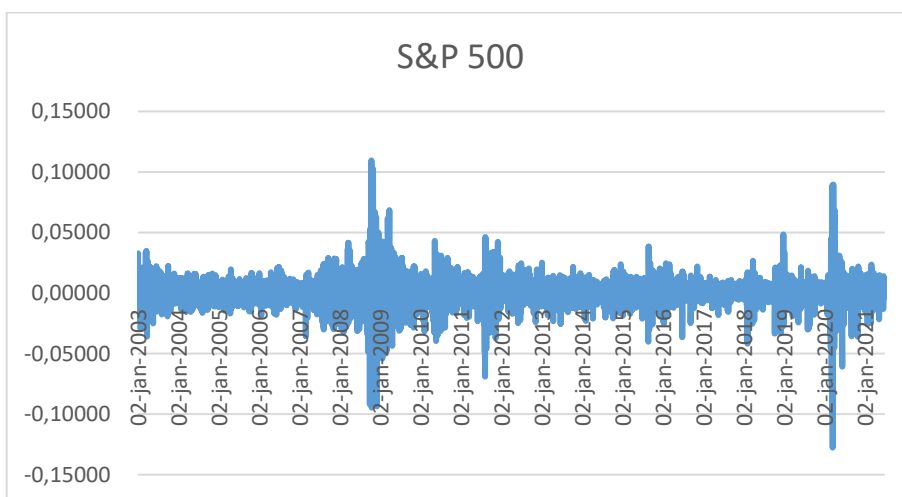


Figura 6.2. Rendibilidade referente ao índice S&P 500

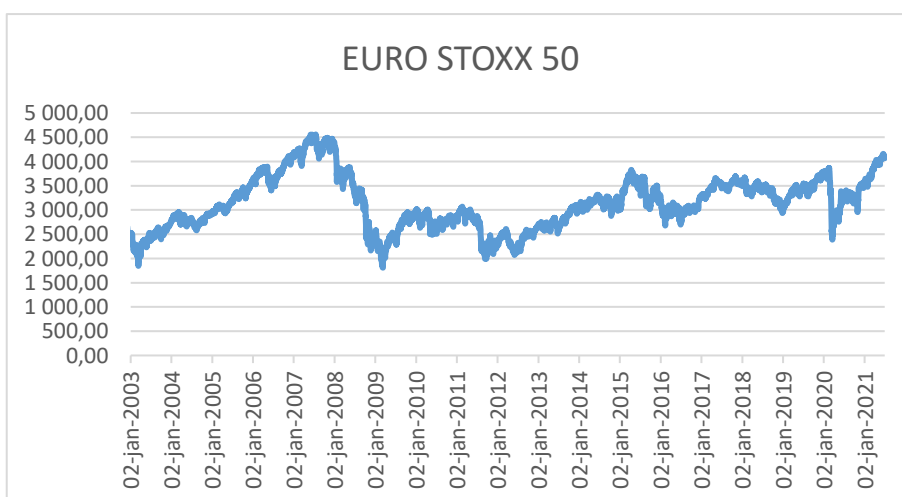


Figura 6.3. Preços diários referentes ao índice Euro Stoxx 50

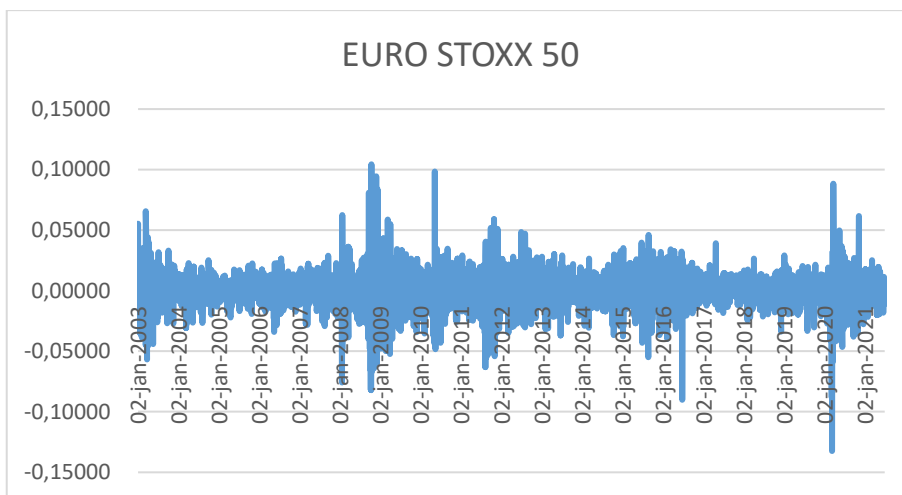


Figura 6.4. Rendibilidade referente ao índice Euro Stoxx 50

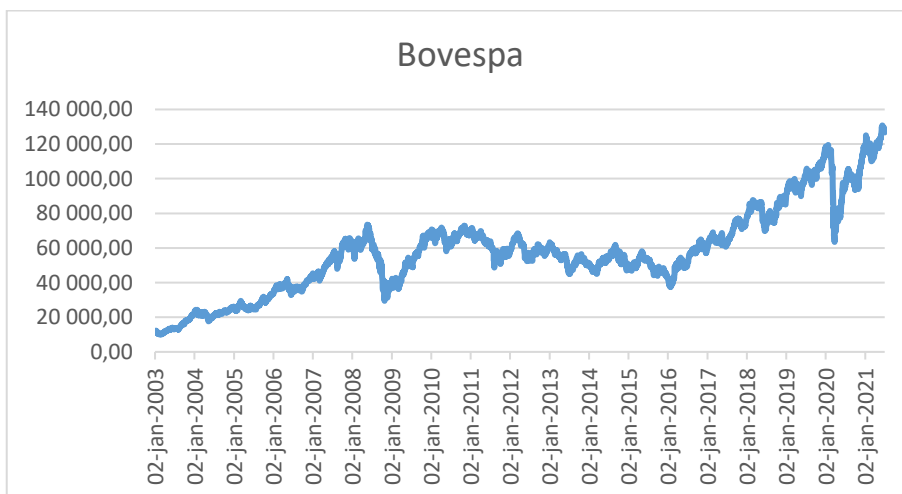


Figura 6.5. Preços diários referentes ao índice Bovespa

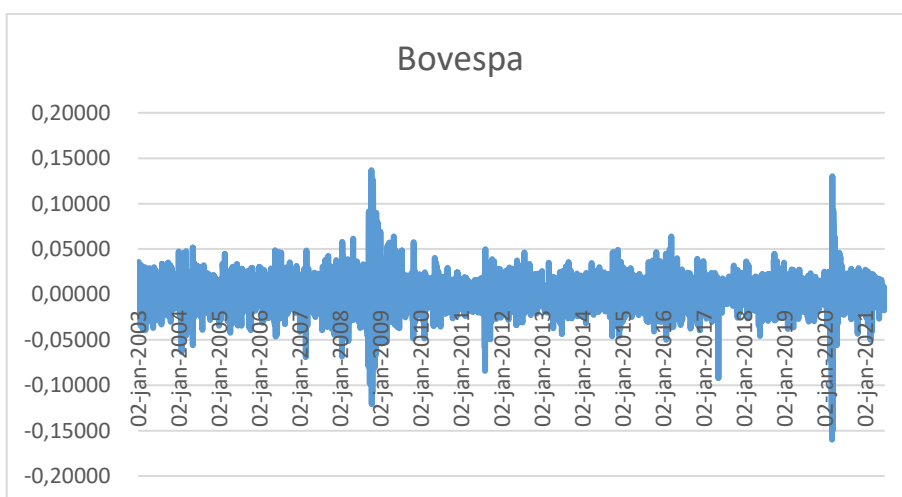


Figura 6.6. Rendibilidade referente ao índice Bovespa



Figura 6.7. Preços diários referentes ao índice CSI 300

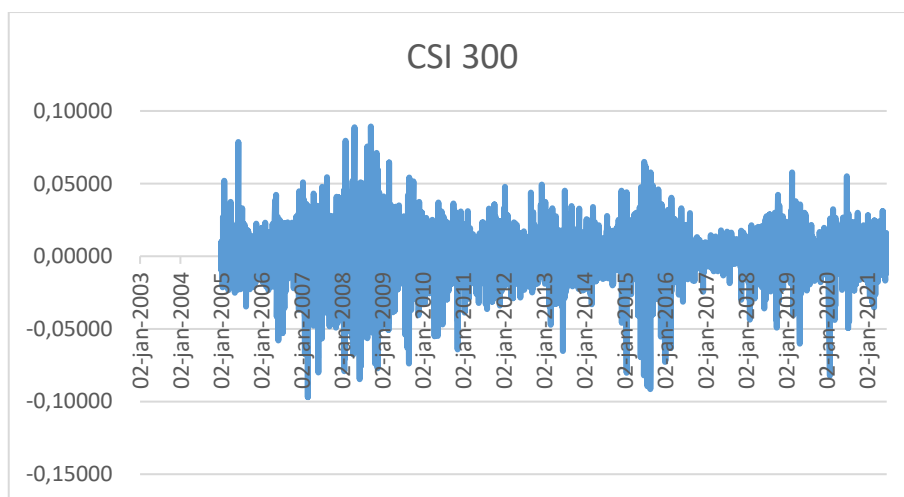


Figura 6.8. Rendibilidade referente ao índice CSI 300

Observando-se primeiramente os gráficos de preços dos quatro índices, verifica-se que, em todos os períodos de crise estabelecidos anteriormente, se assiste a quedas, algumas mais visíveis que outras. De realçar o movimento comum que os índices S&P 500, Euro Stoxx 50 e Bovespa apresentaram quase simultâneamente na altura em que se despoletou a crise de COVID-19, bem como o comportamento similar dos quatro índices no período de 2007-2009. É também de referir o facto de, apesar da queda ter sido acentuada no período respeitante à COVID-19, todos os mercados evidenciaram uma rápida recuperação, tendo já sido alcançados e superados os valores pré-pandemia. Relativamente às restantes duas crises, os movimentos não são tão facilmente perceptíveis, mas aparenta existir movimentos semelhantes em todos, sendo de referir o movimento de queda, não muito acentuado, no início de 2019, o qual poderá estar relacionado com a guerra comercial entre os EUA e a China, mais concretamente com a estipulação de tarifas às importações chinesas nos EUA.

No que concerne aos gráficos de rendibilidade, é fortemente reconhecível o enorme impacto que a crise do *subprime* e da pandemia da COVID-19 provocaram nos mercados financeiros, podendo-se observar este facto pelos movimentos de elevada variação que apresentam. De mencionar ainda a presença de *clusters* de volatilidade em todos os índices, uma vez que períodos de elevadas flutuações de preço são seguidas de grandes variações (observável nos períodos de crise estipulados) e períodos de pequenas flutuações são sucedidos de pequenas variações (mais visíveis nos períodos de tranquilidade).

Nas Figuras 6.9., 6.10., 6.11. e 6.12. apresentam-se os histogramas de rendibilidade para os quatro índices em análise e na Tabela 6.1. as correspondentes medidas de estatística descritiva.

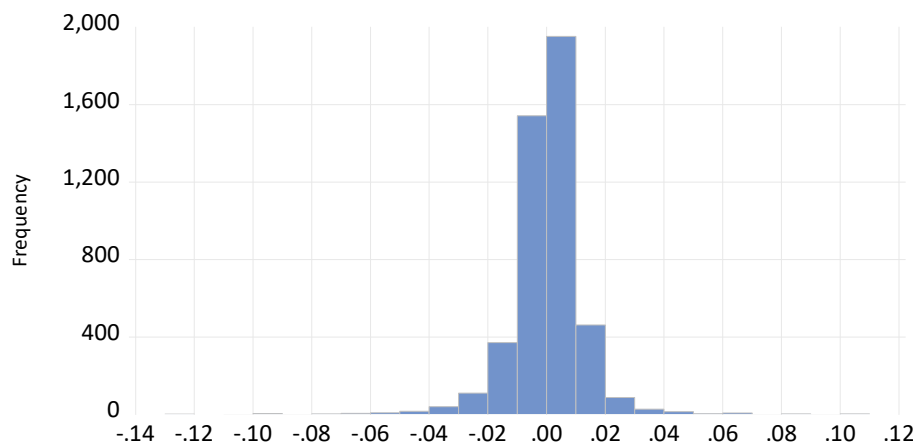


Figura 6.9. Histograma de frequência relativo ao índice S&P 500

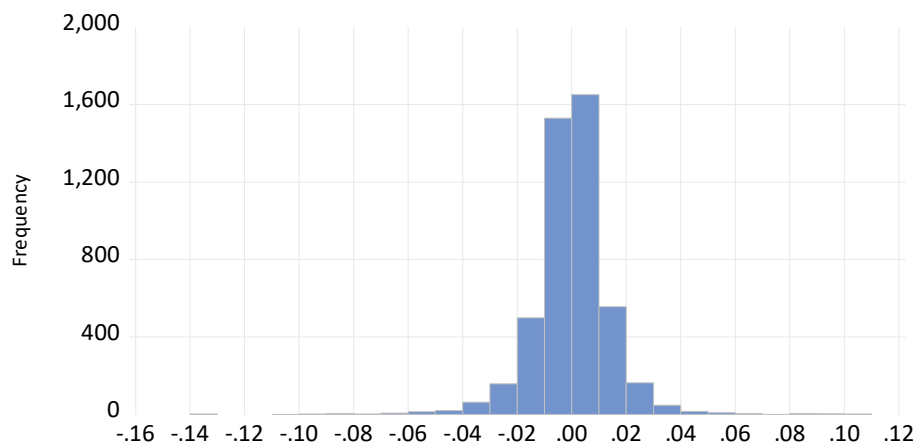


Figura 6.10. Histograma de frequência relativo ao índice Euro Stoxx 50

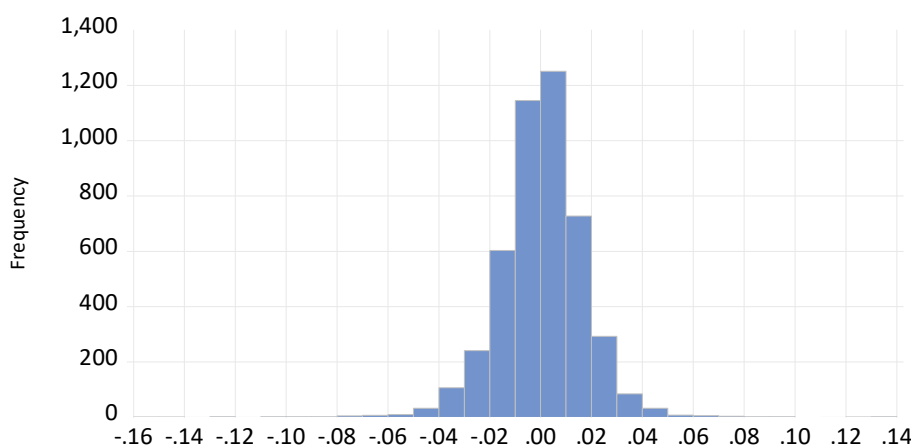


Figura 6.11. Histograma de frequência relativo ao índice Bovespa

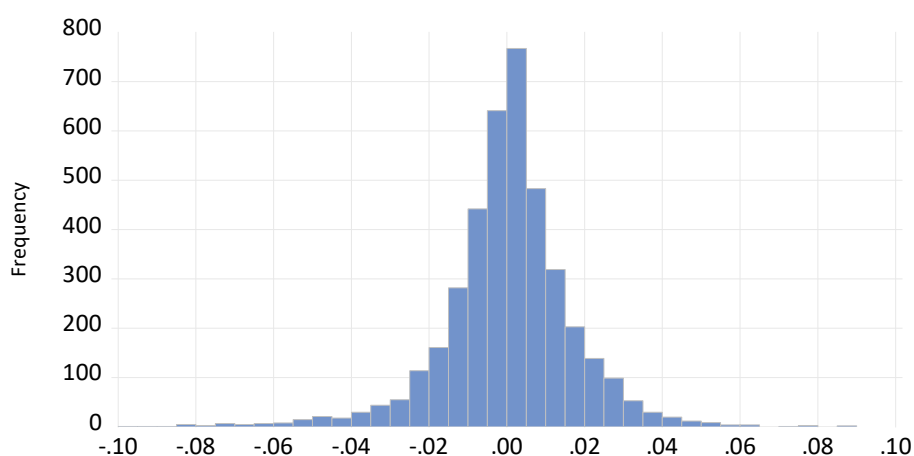


Figura 6.12. Histograma de frequência relativo ao índice CSI 300

Tabela 6.1. Medidas de estatística descritiva

Índices	N	Média	Mediana	Máximo	Mínimo	Desvio Padrão	Assimetria	Curtose
S&P 500	4655	0,000334	0,000723	0,109572	-0,127652	0,012068	-0,550452	17,105680
Euro Stoxx 50	4742	0,000101	0,104376	0,104376	-0,132405	0,013678	-0,297487	10,887830
Bovespa	4576	0,000523	0,000959	0,136782	-0,159938	0,017552	-0,420157	11,223960
CSI 300	4009	0,000417	0,000877	0,089310	-0,096949	0,016991	-0,521709	6,950142

A Tabela 6.1. demonstra que os valores da média são muito próximos de zero em todos os índices em estudo, verificando-se um maior desvio em torno da média para o índice Bovespa, cujo valor do desvio padrão é de 0,017552. O menor desvio de 0,012068 é obtido para o índice S&P 500. Os valores obtidos neste indicador são pequenos, não sendo, no entanto, possível aceitar a hipótese de que os desvios padrão são iguais a zero, isto é, que a amostra é homogênea, pelo que se considera existirem indícios de volatilidade.

Através da observação dos histogramas de frequências, é rapidamente perceptível a manifestação de assimetria nas distribuições, na medida em que a média não divide o gráfico em duas partes iguais. Pelos valores apresentados na Tabela 6.1. pode-se confirmar esta visualização, constatando-se que todos os índices evidenciam assimetria negativa, o que significa que o alongamento da distribuição é intensificado do lado esquerdo dos gráficos. O maior valor de assimetria é obtido no índice S&P 500 (-0,550452) e o menor no índice Euro Stoxx 50 (-0,296819).

No que se refere aos valores da curtose, verifica-se que todos os valores são superiores a três (valor correspondente à distribuição normal), pelo que se conclui que as distribuições de rendibilidades diárias dos quatro índices são leptocúrticas. O valor mais elevado corresponde ao índice S&P 500 (17,105680) e o mais baixo ao índice CSI 300 (6,950142).

Posto isto, os valores de assimetria e de curtose indiciam que nenhuma destas distribuições segue o comportamento de uma distribuição normal, sendo a distribuição das rendibilidades diárias do índice S&P 500 a que mais se afasta desta.

Para complementar esta análise, realizou-se ainda o teste de *Kolmogorov-Smirnov*, o qual tem o intuito de aferir se uma série apresenta as características de uma outra distribuição conhecida como, por exemplo, a distribuição normal. No contexto de contágio, este teste pode ser utilizado para comparar períodos de tranquilidade e períodos de crise e verificar se existem alterações significativas entre os períodos, os quais poderão conduzir à percepção de existência de contágio financeiro. Deste modo, apresenta-se na Tabela 6.2. os resultados obtidos para cada índice e para cada período definido neste estudo.

Tabela 6.2. Resultados obtidos do teste de Kolmogorov-Smirnov

	S&P 500	Euro Stoxx 50	Bovespa	CSI 300
1.º Período de Tranquilidade	0,05291	0,07178	0,03497	0,07016
Crise <i>Subprime</i>	0,09574	0,09558	0,07138	0,04828
2.º Período de Tranquilidade	0,09151	0,03524	0,07191	0,10489
Crise Dívida Soberana	0,09113	0,06332	0,03445	0,05642
3.º Período de Tranquilidade	0,06336	0,05337	0,03530	0,09978
Crise <i>Brexit</i> e Guerra Comercial	0,13592	0,06672	0,05450	0,07509
4.º Período de Tranquilidade	0,08659	0,10106	0,04761	0,07991
Crise COVID-19	0,14348	0,13367	0,13083	0,06726

Face ao exposto, a primeira conclusão que se pode retirar é que nenhuma das séries apresenta o comportamento de uma distribuição normal, uma vez que os valores obtidos no teste de *Kolmogorov-Smirnov* são superiores ao valor tabelado, o que vai de encontro ao constatado anteriormente.

Analisando com mais pormenor os valores obtidos, é perceptível que, para a crise da doença COVID-19, foram obtidos os valores mais altos do teste em todos os índices, exceto o CSI 300, existindo uma forte variação para estes três índices face ao período de crise anterior (veja-se o exemplo do índice Bovespa que obteve uma variação de cerca de 174,78%). Pode-se então inferir que aparenta haver evidências de contágio financeiro para estes três mercados (americano, europeu e brasileiro).

Já no que concerne às restantes crises, as conclusões que se retiram são as seguintes:

- Para a crise do *subprime* as maiores variações face ao período de tranquilidade anterior, ocorreram para os índices Bovespa (104,11%) e S&P 500 (80,93%), pelo que se considera existirem indícios de contágio para os mercados americano e brasileiro;
- Para a crise da dívida soberana observou-se igualmente uma elevada variação nos valores obtidos (de 79,69% para o índice Euro Stoxx 50, -52,10% para o índice Bovespa e -46,21% para o índice CSI 300), o que poderão indicar que ocorreu contágio financeiro nos mercados europeu, brasileiro e chinês;
- Para a crise do *brexit* e da guerra comercial foi obtida uma variação de 114,54% face ao período de tranquilidade anterior para o índice S&P 500 e uma variação de 54,37% para o índice Bovespa, pelo que aparenta ter existido contágio financeiro nos mercados americano e brasileiro.

Conclui-se, portanto, que os valores obtidos com o teste de *Kolmogorov-Sminov* indiciam alterações nas distribuições das séries entre períodos de crise e períodos de tranquilidade, sendo que aparenta ser possível induzir a existência de contágio nos quatro períodos. No entanto, estas inferências serão verificadas nos sub-capítulos seguintes através da análise dos coeficientes de correlação e do teste de causalidade à *Granger*.

6.2. Coeficiente de correlação de *Pearson*

De modo a aferir a existência de relação linear entre os índices referidos, procedeu-se ao cálculo das correlações para cada período, apresentando-se de seguida, na Tabela 6.3., os resultados obtidos.

Tabela 6.3. Resultados obtidos no cálculo das correlações

	1.º Período Tranquilo	<i>Subprime</i>	2.º Período Tranquilo	Dívida Soberana	3.º Período Tranquilo	<i>Brexit e Guerra Comercial</i>	4.º Período Tranquilo	COVID-19
S&P 500 ↔ Euro Stoxx 50	0,46732	0,59230	0,70424	0,74037	0,55486	0,50234	0,70742	0,66026
S&P500 ↔ Bovespa	0,66182	0,73914	0,78733	0,75553	0,40302	0,39012	0,50913	0,79123
S&P 500 ↔ CSI 300	0,10268	0,03781	0,15810	0,14338	0,16634	0,16814	0,18923	0,24544
Euro Stoxx 50 ↔ Bovespa	0,38789	0,66148	0,59958	0,58854	0,33788	0,24616	0,34860	0,62687
Euro Stoxx 50 ↔ CSI 300	0,01736	0,15497	0,12968	0,20914	0,13716	0,23517	0,29168	0,27328
Bovespa ↔ CSI 300	0,12448	0,18660	0,17433	0,21907	0,14186	0,09248	0,06288	0,27266

Através da tabela apresentada, existem alguns fatores que se relevam nos valores de correlação obtidos, observando-se uma grande variação de período para período. No entanto, estes são sempre positivos, o que indicia que os movimentos entre os índices ocorreram no mesmo sentido.

Posto isto, constata-se que o período de crise que obteve valores de correlação mais fracos foi o correspondente à crise do *brexit* e da guerra comercial, com as correlações a serem maioritariamente inferiores a 0,5, evidenciando uma fraca relação entre os índices em estudo para este período. Por outro lado, as crises da dívida soberana e da pandemia da COVID-19 mostraram ser os períodos com valores superiores, principalmente no que se refere às relações entre os índices S&P 500 *vs* Euro Stoxx 50 e S&P 500 *vs* Bovespa. Entre os índices Euro Stoxx 50 *vs* Bovespa também se observou uma relação forte, principalmente nos períodos da crise do *subprime* e da pandemia da COVID-19. Por outro lado, o índice CSI 300 evidenciou uma fraca correlação em todos os períodos e com todos os índices, tendo sido, no entanto, os valores superiores alcançados no último período de crise.

No que se refere aos períodos definidos como sendo de tranquilidade, assiste-se à evidência de relações fortes, principalmente no segundo período de tranquilidade, compreendido entre as crises do *subprime* e da dívida soberana. Tal pode dever-se ao enorme impacto que esta crise

provocou nos diversos países, designadamente nos europeus, tendo as suas consequências sido visíveis mesmo após o definido “fim” do período de crise, nomeadamente através dos valores de dívida dos países da Europa e das cotações bolsistas apresentadas pelos índices em análise.

Posto isto, pode-se inferir que todos os períodos definidos como sendo de crise resultaram, na sua generalidade, no fortalecimento das relações entre os índices, exceto no que se refere à crise do *bretxit* e da guerra comercial, cujo impacto se demonstrou fraco. Comparando as quatro crises, observa-se que a crise associada à COVID-19 foi a que maior impacto apresentou para as relações com o índice CSI 300, o que se pode relacionar com o facto de esta doença ter surgido na China. No período de 1 de agosto de 2007 a 28 de setembro de 2012, o qual compreende as crises do *subprime* e da dívida soberana, observa-se que as relações entre os restantes índices apresentaram-se sempre altas, mesmo para o período estipulado como de tranquilidade.

Na secção 6.3., através do teste de causalidade à *Granger*, serão analisadas as direções destas relações, com o intuito de aferir se existem ou não evidências de contágio financeiros entre os índices.

6.3. Teste de causalidade à Granger

Como referido anteriormente, o teste de causalidade à *Granger* é importante no estudo do efeito de contágio financeiro por permitir verificar a direção em que as relações entre os mercados acontecem. Deste modo, apresenta-se na Tabela 6.11. os resultados obtidos através da plataforma *Eviews 11*:

Tabela 6.4. Resultados do teste de causalidade de *Granger*

	1.º Período Tranquilo	<i>Subprime</i>	2.º Período Tranquilo	Dívida Soberana	3.º Período Tranquilo	<i>Bretxit e Guerra Comercial</i>	4.º Período Tranquilo	COVID-19
Euro Stoxx 50/S&P500 (*)	0,1436	0,3297	0,6072	0,0096 ⁽¹⁾	0,3617	0,6684	0,0405 ⁽¹⁾	7.E-09 ⁽¹⁾
S&P500/ Euro Stoxx 50 (*)	3.E-20 ⁽¹⁾	1.E-20 ⁽¹⁾	0,0020 ⁽¹⁾	2.E-05 ⁽¹⁾	5.E-12 ⁽¹⁾	4.E-08 ⁽¹⁾	0,6609	0,0174 ⁽¹⁾
Bovespa/ S&P500 (*)	0,2635	0,8632	0,6124	0,9088	0,1205	0,6577	0,8679	0,4296
S&P500/ Bovespa (*)	0,1698	0,8187	0,8709	0,2700	0,3527	0,0605 ⁽²⁾	0,2657	0,0213 ⁽¹⁾
CSI300/ S&P500 (*)	0,7240	0,2172	0,1311	0,9538	0,5065	0,2123	0,7895	0,9000
S&P500/ CSI300 (*)	0,9919	0,0011 ⁽¹⁾	0,0897 ⁽²⁾	1.E-06 ⁽¹⁾	2.E-05 ⁽¹⁾	1.E-08 ⁽¹⁾	8.E-05 ⁽¹⁾	0,0416 ⁽¹⁾
Bovespa/ Euro Stoxx 50 (*)	2.E-06 ⁽¹⁾	7.E-06 ⁽¹⁾	0,0310 ⁽¹⁾	0,0456 ⁽¹⁾	0,0032 ⁽¹⁾	0,0056 ⁽¹⁾	0,9929	0,4383
Euro Stoxx 50/Bovespa (*)	0,9645	0,3448	0,7077	0,0605 ⁽²⁾	0,5912	0,6647	0,5803	2.E-07 ⁽¹⁾

	1.º Período Tranquilo	<i>Subprime</i>	2.º Período Tranquilo	Dívida Soberana	3.º Período Tranquilo	<i>Brexit e Guerra Comercial</i>	4.º Período Tranquilo	COVID-19
CSI300/ Euro Stoxx 50 (*)	0,8876	0,1634	0,5541	0,2332	0,5811	0,1068	0,4203	0,1535
Euro Stoxx 50/CSI300 (*)	0,5586	0,0005 ⁽¹⁾	0,5838	9.E-06 ⁽¹⁾	0,0008 ⁽¹⁾	0,0005 ⁽¹⁾	0,0004 ⁽¹⁾	0,0866 ⁽²⁾
CSI300/ Bovespa (*)	0,0835 ⁽²⁾	0,3878	0,0811 ⁽²⁾	0,7200	0,3187	0,2928	0,6124	0,7959
Bovespa/ CSI300 (*)	0,7104	0,0013 ⁽¹⁾	0,2041	9.E-08 ⁽¹⁾	0,2001	0,0026 ⁽¹⁾	0,0058 ⁽¹⁾	0,5356

(*) X does not Granger cause Y

⁽¹⁾ *p-value* inferior ao grau de significância de 5%

⁽²⁾ *p-value* inferior ao grau de significância de 10%

Analisando primeiramente os dados obtidos por períodos de crise, pode-se verificar a existência de causalidade nas seguintes relações apresentadas no Quadro 6.2.:

Quadro 6.2. Relações de causalidade para os períodos de crise

Período de Crise	Relações de Causalidade
<i>Subprime</i>	<ul style="list-style-type: none"> • S&P 500 causa à <i>Granger</i> Euro Stoxx 50 • S&P 500 causa à <i>Granger</i> CSI 300 • Euro Stoxx 50 causa à <i>Granger</i> CSI 300 • Bovespa causa à <i>Granger</i> Euro Stoxx 50 • Bovespa causa à <i>Granger</i> CSI 300
Dívida Soberana	<ul style="list-style-type: none"> • S&P 500 causa à <i>Granger</i> Euro Stoxx 50 • S&P 500 causa à <i>Granger</i> CSI 300 • Euro Stoxx 50 causa à <i>Granger</i> S&P 500 • Euro Stoxx 50 causa à <i>Granger</i> Bovespa • Euro Stoxx 50 causa à <i>Granger</i> CSI 300 • Bovespa causa à <i>Granger</i> Euro Stoxx 50 • Bovespa causa à <i>Granger</i> CSI 300
<i>Brexit e Guerra Comercial</i>	<ul style="list-style-type: none"> • S&P 500 causa à <i>Granger</i> Euro Stoxx 50 • S&P 500 causa à <i>Granger</i> Bovespa • S&P 500 causa à <i>Granger</i> CSI 300 • Euro Stoxx 50 causa à <i>Granger</i> CSI 300 • Bovespa causa à <i>Granger</i> Euro Stoxx 50 • Bovespa causa à <i>Granger</i> CSI 300
COVID-19	<ul style="list-style-type: none"> • S&P 500 causa à <i>Granger</i> Euro Stoxx 50 • S&P 500 causa à <i>Granger</i> Bovespa • S&P 500 causa à <i>Granger</i> CSI 300 • Euro Stoxx 50 causa à <i>Granger</i> S&P 500 • Euro Stoxx 50 causa à <i>Granger</i> Bovespa • Euro Stoxx 50 causa à <i>Granger</i> CSI 300

Posto isto, observa-se que a crise do *subprime* é a que apresenta um número inferior de relações causais, com o mercado chinês a ser influenciado por todos os mercados em análise. De notar neste ponto que, tendo-se iniciado esta crise nos EUA, constata-se que este mercado causou “à *Granger*” apenas os mercados europeus e chinês, assim como se sucedeu com o mercado brasileiro.

Já a crise da dívida soberana foi a que obteve o maior número de relações causais, com o mercado europeu a influenciar todos os mercados mas a sofrer apenas interferência por parte dos mercados americano e chinês.

No que concerne à crise do *brexit* e da guerra comercial, verifica-se que o mercado americano influenciou todos os mercados unilateralmente, tendo o mercado chinês sido o que sofreu maior causalidade pelos restantes mercados (provavelmente relacionado com a implementação de taxas nas importações chinesas).

Para a crise da doença COVID-19, é facilmente perceptível a influência que os mercados americano e europeu apresentaram nos restantes, tendo-se observado relações causais unilaterais dos primeiros para os segundos e uma relação bilateral entre os primeiros. Apesar do epicentro inicial da doença ter sido no continente chinês, conclui-se que, para o período definido na presente dissertação, este não causou nenhum dos mercados remanescentes. Também no que concerne ao mercado brasileiro, cuja região foi negativamente afetada principalmente a partir de junho de 2020, não se observou uma influência significativa para os demais mercados em estudo.

Assim sendo, apresentam-se no Quadro 6.3. o resumo das relações de contágio financeiro, interdependência e independência que se podem retirar da análise realizada.

Quadro 6.3. Relações de contágio financeiro, interdependência e independência

Período de Crise	Contágio Financeiro	Interdependência	Independência
<i>Subprime</i>	<ul style="list-style-type: none"> • S&P 500 → Euro Stoxx 50 • S&P 500 → CSI 300 • Euro Stoxx 50 → CSI 300 • Bovespa → Euro Stoxx 50 • Bovespa → CSI 300 		<ul style="list-style-type: none"> • S&P 500 / Bovespa
Dívida Soberana	<ul style="list-style-type: none"> • S&P 500 → CSI 300 • Euro Stoxx 50 → CSI 300 • Bovespa → CSI 300 	<ul style="list-style-type: none"> • S&P 500 ↔ Euro Stoxx 50 • Euro Stoxx 50 ↔ Bovespa 	<ul style="list-style-type: none"> • S&P 500 / Bovespa
<i>Brexit</i> e Guerra Comercial	<ul style="list-style-type: none"> • S&P 500 → Euro Stoxx 50 • S&P 500 → Bovespa • S&P 500 → CSI 300 • Euro Stoxx 50 → CSI 300 • Bovespa → Euro Stoxx 50 • Bovespa → CSI 300 		
COVID-19	<ul style="list-style-type: none"> • S&P 500 → Bovespa • S&P 500 → CSI 300 • Euro Stoxx 50 → Bovespa • Euro Stoxx 50 → CSI 300 	<ul style="list-style-type: none"> • S&P 500 ↔ Euro Stoxx 50 	<ul style="list-style-type: none"> • Bovespa / CSI 300

Observando o Quadro 6.3., conclui-se que todos os períodos de crise definidos na presente dissertação originaram relações de contágio financeiro, o que vai de encontro às conclusões obtidas nos testes anteriores. Presenciou-se igualmente a existência de relações de interdependência para as crises da dívida soberana e COVID-19, resultantes da causalidade bilateral observada entre os índices descritos. Por outro lado, demonstrou-se não existir nenhuma destas relações entre os mercados brasileiro e americano para as crises do *subprime* e da dívida soberana, bem como entre os mercados brasileiro e chinês para a crise da COVID-19.

7. Conclusão

O contágio financeiro e a interdependência entre mercados são apontados como consequências do aumento da globalização mundial, a qual tem vindo a gerar uma crescente proximidade dos países a todos os níveis. Tal facto origina que, quando existem evidências de possíveis perturbações numa certa região, a notícia espalha-se com elevada rapidez, podendo resultar em vendas generalizadas de ativos financeiros e, conseqüentemente, provocar forte instabilidade nos mercados devido à tendência de pânico por parte dos investidores. Este desequilíbrio, em situações mais drásticas, pode conduzir ao aparecimento de crises financeiras e económicas em países diferentes daquele onde o choque inicial ocorreu, sendo portanto essencial estudar estes fenómenos, de modo a evitar os efeitos mais catastróficos destas relações.

Por conseguinte, a importância do estudo de contágio financeiro e dos meios pelos quais este se propaga é reconhecida por grande parte da população, principalmente governadores e investidores, que vêm nesta análise duas principais vantagens: a compreensão de como ocorrem as propagações de choques entre países, que facilita a adoção de medidas para a diminuição do seu impacto; e a percepção de como os mercados financeiros oscilam quando eventos negativos ou positivos ocorrem, que resultam numa tomada de decisão mais consciente e adequada e afetam positivamente a gestão do portfólio.

A verdade é que, nos últimos anos, o número de trabalhos e artigos no âmbito do estudo do efeito de contágio financeiro tem aumentado, procurando estes explicar e contribuir para o conhecimento sobre a propagação das crises dos últimos anos, nomeadamente, a crise mexicana (1994), a crise asiática (1997), a crise russa (1998), a crise do *subprime* (2008), a crise da dívida soberana (2010) e, mais recentemente, a crise da pandemia da COVID-19.

Deste modo, a presente dissertação alicerçou-se nos mesmos objetivos, pretendendo contribuir para o incremento deste conhecimento através do estudo deste efeito nos mercados americano, europeu, brasileiro e chinês para o período compreendido entre 2 de janeiro de 2003 e 30 de junho de 2021, com especial foco na crise causada pela pandemia da COVID-19, a qual se revelou e ainda demonstra devastosa ao nível social, económico e financeiro. Para a prossecução deste desígnio, foi utilizado um conjunto de metodologias que permitiram verificar se estes mercados se relacionaram no período em análise, quão forte foi essa relação e em que direção esta ocorreu, designadamente, o cálculo das estatísticas descritivas, o teste de *Kolmogorov-Smirnov*, o cálculo das correlações de *Pearson* e o teste de causalidade de *Granger*.

Através do teste *Kolmogorov-Smirnov* foi identificada a existência de variações relativamente elevadas entre os mercados, nomeadamente no que concerne à crise do *subprime* para os mercados americano e brasileiro, à crise da dívida soberana para os mercados europeu, brasileiro e chinês, à crise do *brexit* e da guerra comercial para os mercados americano e brasileiro e à crise da COVID-19 para os mercados americano, europeu e brasileiro, tendo sido este o período que apresentou maiores valores.

No que respeita ao cálculo das correlações de *Pearson*, identificou-se que o período com menores valores de correlação foi o da crise do *brexit* e da guerra comercial e os que apresentaram valores superiores foram os da dívida soberana e da COVID-19. Reconheceu-se, assim, que as relações mais fortes identificadas foram as obtidas entre: os mercados americano *vs* brasileiro e europeu *vs* brasileiro para o período da crise do *subprime*; os mercados americano *vs* europeu, americano *vs* brasileiro e europeu *vs* brasileiro para a crise da dívida soberana; os mercados americano *vs* europeu, americano *vs* brasileiro e europeu *vs* brasileiro para a crise da COVID-19, tendo as relações com o mercado chinês aumentado também neste período, apesar de se manterem com valores baixos de correlação.

Na fase final do estudo, por meio do teste de causalidade de *Granger*, comprovou-se que todos os períodos apresentaram relações de contágio financeiro, tendo-se relevado alguns fatores, nomeadamente: o mercado chinês, em nenhum dos períodos, contagiou outros mercados, tendo sido, no entanto, influenciado pelos restantes em todos os períodos; os mercados americano *vs* europeu e europeu *vs* brasileiro apresentaram-se interdependentes na crise da dívida soberana, o mesmo se sucedendo com os mercados americano *vs* europeu na crise da COVID-19; para os períodos da crise do *subprime* e dívida soberana, os mercados americano e brasileiro mostraram-se independentes, tendo o mesmo ocorrido entre os mercados brasileiro e chinês para a crise da COVID-19.

Posto isto, é de notar que a crise da COVID-19 impactou fortemente os mercados financeiros em estudo, o que vai ao encontro das conclusões retiradas por outros autores, conforme exposto na segunda secção desta dissertação. Por outro lado, a crise do *brexit* e da guerra comercial foi a que apresentou menor relação entre os índices, tendo, no entanto, ocorrido igualmente o efeito de contágio financeiro entre alguns destes, em particular do americano para os restantes, do europeu para o chinês e do brasileiro para o europeu e chinês. É ainda de salientar a acentuada repercussão que a crise do *subprime* e da crise da dívida soberana apresentaram nos mercados, a qual foi igualmente perceptível pelo estudo realizado.

Em suma, face ao exposto ao longo desta dissertação, foi possível aferir que todos os mercados em estudo tiveram uma palavra a dizer para o alastramento destas crises para outros países, seja através do efeito de contágio financeiro ou por mera interdependência entre eles. É, no entanto, de referir que uma das principais limitações do presente estudo foi a definição dos períodos de crise, a qual é sabido que pode originar erros nas conclusões retiradas pela dificuldade que é perceber o momento exato em que as crises começam e acabam.

Por outro lado, destaca-se que um possível desenvolvimento futuro para este trabalho seria o estudo mais individualizado dos mercados dos diversos continentes, como, por exemplo, o europeu, no que concerne à crise da COVID-19, uma vez que esta pandemia não influenciou de igual modo os diversos países.

Resumidamente, conclui-se que a presente dissertação conseguiu responder aos objetivos inicialmente estabelecidos, encontrando evidências de contágio em todas as crises analisadas e percebendo a forma como os mercados se relacionaram entre si, colaborando, desta forma, para o entendimento e percepção do contágio financeiro nos mercados em geral.

Referências bibliográficas

- Ahmad, W., Sehgal, S. & Bhanumurthy, N.R. (2013). Eurozone crisis and BRIICKS stock markets: Contagion or market interdependence?. *Economic Modelling*, 33, 209-225. doi: 10.1016/j.econmod.2013.04.009.
- Akhhtaruzzamana, M., Boubakerb, S., & Sensoyd, A. (2021) Financial contagion during COVID-19. *Finance Research Letters*, 38, 1-20. doi: 10.1016/j.frl.2020.101604
- Amaral, L. (2009). Crises Financeiras – História e Actualidade. *Relações Internacionais*, 23, 119-138.
- Banerjee (1992). A simple model of herd behaviour. *The quarterly journal of economics*, 107 (3), 797-817.
- Baur, D. (2012). Financial contagion and the real economy. *Journal of Banking & Finance*, 36, 2680-2692. doi: 10.1016/j.jbankfin.2011.05.019
- BenMim, I. & BenSaida, A. (2019). Financial contagion across major stock markets: A study during crisis episodes. *North American Journal of Economics and Finance*, 48, 187-201. doi: 10.1016/j.najef.2019.02.005.
- BenSaida, A. & Litimi, H. (2020). Financial contagion across G10 stock markets: a study during major crises. *International Journal of Finance & Economics*, 1-24. DOI: 10.1002/ijfe.2041.
- Corsetti, G. Pericoli, M. & Sbracia, M. (2005). Some contagion, some Interdependence: More pitfalls in tests of financial contagion. *Journal of International Money and Finance*, 24 (8), 1177-1199.
- Favero, C. & Giavazzi, F. (2002). Is the international propagation of financial shocks non-linear? Evidence from the ERM. *Journal of International Economics*, 51, 231-246.
- Forbes, K., & Rigobon, R. (2002). No Contagion, Only Interdependence: Measuring Stock Market Comovements. *Journal of Finance*, 57, 2223-2261.
- Forbes, K. (2012). The “big C”: Identifying contagion. *NBER Working Paper*, 18465, 1-42.
- Gabriel, V. & Manso, J. (2015). Globalização financeira, crashes bolsistas e contágio: Revisão de literatura. *Egitania Scientia*, 17 (17), 131-161. doi: 10.46691/es.v1i17.46.
- Glummert, R. (2005) *Contágio de crises monetárias: evidência para 17 economias emergentes em 1990-2001*. (Dissertação de mestrado, Unversidade de Aveiro, Aveiro, Portugal). Disponível em <https://ria.ua.pt/handle/10773/15253>.

- Gonzalo, J., & Olmo, J. (2005). Contagion versus Flight to Quality in Financial Markets. *Economics Series*, 10, 1-31.
- Goodwell, J. (2020). COVID-19 and finance: Agendas for future research. *Finance research letters*, 35, 1-5.
- Gujarati, D. & Porter, D. (2011). *Basic econometrics*. New York: McGraw-Hill/Irwin. ISBN 978-0-07-337577-9
- Harvey, A. (2020, Abril). *The Economic and Financial Implications of the COVID-19 Pandemic*. Poster presented at the Speaker Series: Mayo Center for Asset Management Virtual Seminar Series, Virginia.
- Hon, M., Strauss, J. & Yong, S. (2004). Contagion in financial markets after September 11: Myth or reality?. *The Journal of Financial Research*, 1 (XXVII), 95-114.
- Horta, P., Lagoa, S. & Martins, L. (2016) Unveiling investor-induced channels of financial contagion in the 2008 financial crisis using copulas. *Quantitative Finance*, 16 (4), 625-637. doi: 10.1080/14697688.2015.1033447.
- Horta, P., Mendes, C. & Vieira, I. (2010) Contagion effects of the subprime crisis in the European NYSE Euronext markets. *Portuguese Economic Journal*, 9 (2), 115-140. doi:10.1007/s10258-010-0056-6
- Kalbaska, A. & Gatkowski, M. (2012). Eurozone sovereign contagion: Evidence from the CDS market (2005–2010). *Journal of Behavior & Organization*, 83, 657-673.
- Levinson, M. (2020). *Guia dos Mercados Financeiros – Porque existem e como funcionam*. Lisboa: Clube do Autor.
- Lobão, J. (2009). Contágio financeiro entre os mercados de ações de países desenvolvidos durante a crise asiática. *Economia & Empresas*, 9, 31-59.
- Mazur, M., Dang, M. & Vega, M. (2020). COVID-19 and the march 2020 stock market crash. Evidence from S&P1500. *Finance Research Letters*, 38, 1-8. doi:10.1016/j.frl.2020.101690.
- Papadamou, S., Athanasios, F., Kenourgios, D., and Dimitriou, D. (2020). Direct and indirect effects of Covid-19 pandemic on implied stock market volatility: Evidence from panel data analysis. *MARRA Working Paper*, 100020, 1-34.
- Pereira, S. (2010). *Estudo sobre o efeito de contágio nos mercados financeiros de ações: aplicação aos índices de ações europeus, americanos, asiáticos e brasileiro no período de Janeiro de 1996 a Junho de 2009 e no sub-período da crise subprime*. (Dissertação de mestrado, Instituto Superior de

Contabilidade e Administração de Lisboa, Lisboa, Portugal). Disponível em <https://repositorio.ipl.pt/handle/10400.21/3418>.

Pragidis, I.C., Aielli, G.P., Chionis, D. & Schizas, P. (2015). Contagion effects during financial crisis: Evidence from the Greek sovereign bonds market. *Journal of Financial Stability*, 18, 127-138. doi: 10.1016/j.jfs.2015.04.001.

Reinhart, C. & Rogoff, K. (2008). This time is different: A Panoramic View of Eight Centuries of Financial Crises. *NBER Working Paper*, 13882. doi: 10.3386/w13882

Rodriguez, Juan (2007). Measuring financial contagion: A Copula approach. *Journal of Empirical Finance*, 14, 401-423.

Ruivo, I. (2011). *Integração e contágio no mercado de capitais português*. (Dissertação de mestrado, Instituto Superior de Economia e Gestão da Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal). Disponível em: <https://www.repository.utl.pt/handle/10400.5/10279>.

Silva, M. (2020). *Bolsa – Investir nos Mercados Financeiros*. Lisboa: Bookout.

Sharif, A., Aloui, C. & Yarovaya, L. (2020). COVID-19 pandemic, oil prices, stock market, geopolitical risk and policy uncertainty nexus in the US economy: Fresh evidence from the wavelet based approach. *International Review of Financial Analysis*, 70, 1-9. doi: 10.1016/j.irfa.2020.101496.

Suh, S. (2015). Measuring sovereign risk contagion in the Eurozone. *International Review of Economics & Finance*, 35, 45-65.

Syczewska, E. (2010). Empirical power of the Kwiatkowski-Phillips-SchmidtShin test. *Working paper*, 3-10, 1-20.

Taleb, N. (2011). *O cisne negro: O impacto do altamente improvável*. Lisboa: Dom Quixote.

Yarovaya, L., Matkovskyy, R. & Jalan, A. (2020). The effects of a “black swan” event (COVID-19) on herding behavior in cryptocurrency markets: Evidence from cryptocurrency USD, EUR, JPY and KRW markets. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=3586511>.

Yildirim, U. (2020). The Impact of COVID-19 Pandemic on the Financial Contagion among Turkey, US, and China Stock Markets. *Journal of business research-Turk*, 12 (3), 2764-2773.

Zorgati, I. & Lakhal, F. (2020). Spatial contagion in the subprime crisis context: adjusted correlation versus local correlation approaches. *Economic Modelling*, 92, 162-169. doi: 10.1016/j.econmod.2019.12.015.

Anexos

Anexo I – Testes ADF e KPSS

Null Hypothesis: S_P_500 has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=31)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-78.52572	0.0001
Test critical values:		
1% level	-3.431572	
5% level	-2.861965	
10% level	-2.567039	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(S_P_500)
Method: Least Squares
Date: 08/01/21 Time: 16:56
Sample (adjusted): 1/06/2003 6/30/2021
Included observations: 4654 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
S_P_500(-1)	-1.139975	0.014517	-78.52572	0.0000
C	0.000381	0.000175	2.171350	0.0300

R-squared	0.569987	Mean dependent var	3.89E-07
Adjusted R-squared	0.569895	S.D. dependent var	0.018225
S.E. of regression	0.011952	Akaike info criterion	-6.015381
Sum squared resid	0.664556	Schwarz criterion	-6.012611
Log likelihood	13999.79	Hannan-Quinn criter.	-6.014407
F-statistic	6166.289	Durbin-Watson stat	2.002905
Prob(F-statistic)	0.000000		

Null Hypothesis: S_P_500 is stationary
 Exogenous: Constant
 Bandwidth: 5 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

	LM-Stat.
Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin test statistic	0.136329
Asymptotic critical values*:	
1% level	0.739000
5% level	0.463000
10% level	0.347000

*Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (1992, Table 1)

Residual variance (no correction)	0.000146
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	0.000113

KPSS Test Equation
 Dependent Variable: S_P_500
 Method: Least Squares
 Date: 08/01/21 Time: 16:57
 Sample (adjusted): 1/03/2003 6/30/2021
 Included observations: 4655 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000334	0.000177	1.886586	0.0593
R-squared	0.000000	Mean dependent var		0.000334
Adjusted R-squared	0.000000	S.D. dependent var		0.012068
S.E. of regression	0.012068	Akaike info criterion		-5.996237
Sum squared resid	0.677838	Schwarz criterion		-5.994853
Log likelihood	13957.24	Hannan-Quinn criter.		-5.995750
Durbin-Watson stat	2.279947			

Null Hypothesis: EURO_STOXX_50 has a unit root
 Exogenous: Constant
 Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=31)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-70.84456	0.0001
Test critical values:		
1% level	-3.431547	
5% level	-2.861954	
10% level	-2.567033	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(EURO_STOXX_50)
 Method: Least Squares
 Date: 08/01/21 Time: 16:59
 Sample (adjusted): 1/06/2003 6/30/2021
 Included observations: 4739 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
EURO_STOXX_50(-1)	-1.028922	0.014524	-70.84456	0.0000
C	0.000103	0.000199	0.517381	0.6049
R-squared	0.514450	Mean dependent var		-1.26E-06
Adjusted R-squared	0.514348	S.D. dependent var		0.019626
S.E. of regression	0.013677	Akaike info criterion		-5.745738
Sum squared resid	0.886142	Schwarz criterion		-5.743011
Log likelihood	13616.53	Hannan-Quinn criter.		-5.744780
F-statistic	5018.951	Durbin-Watson stat		2.000309
Prob(F-statistic)	0.000000			

Null Hypothesis: EURO_STOXX_50 is stationary
 Exogenous: Constant
 Bandwidth: 19 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

		LM-Stat.
Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin test statistic		0.054643
Asymptotic critical values*:	1% level	0.739000
	5% level	0.463000
	10% level	0.347000

*Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (1992, Table 1)

Residual variance (no correction)	0.000187
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	0.000155

KPSS Test Equation

Dependent Variable: EURO_STOXX_50

Method: Least Squares

Date: 08/01/21 Time: 16:59

Sample (adjusted): 1/03/2003 6/30/2021

Included observations: 4741 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	9.88E-05	0.000199	0.497454	0.6189
R-squared	0.000000	Mean dependent var		9.88E-05
Adjusted R-squared	0.000000	S.D. dependent var		0.013679
S.E. of regression	0.013679	Akaike info criterion		-5.745661
Sum squared resid	0.886959	Schwarz criterion		-5.744298
Log likelihood	13621.09	Hannan-Quinn criter.		-5.745182
Durbin-Watson stat	2.058058			

Null Hypothesis: BOVESPA has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=31)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-70.85499	0.0001
Test critical values:	1% level	-3.431596	
	5% level	-2.861976	
	10% level	-2.567045	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(BOVESPA)

Method: Least Squares

Date: 08/01/21 Time: 17:00

Sample (adjusted): 1/06/2003 6/30/2021

Included observations: 4575 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
BOVESPA(-1)	-1.046647	0.014772	-70.85499	0.0000
C	0.000547	0.000259	2.109462	0.0350
R-squared	0.523320	Mean dependent var		-8.53E-07
Adjusted R-squared	0.523215	S.D. dependent var		0.025398
S.E. of regression	0.017537	Akaike info criterion		-5.248551
Sum squared resid	1.406437	Schwarz criterion		-5.245741
Log likelihood	12008.06	Hannan-Quinn criter.		-5.247561
F-statistic	5020.429	Durbin-Watson stat		1.999018
Prob(F-statistic)	0.000000			

Null Hypothesis: BOVESPA is stationary
 Exogenous: Constant
 Bandwidth: 8 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

		LM-Stat.
Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin test statistic		0.201820
Asymptotic critical values*:	1% level	0.739000
	5% level	0.463000
	10% level	0.347000

*Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (1992, Table 1)

Residual variance (no correction)	0.000308
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	0.000263

KPSS Test Equation

Dependent Variable: BOVESPA

Method: Least Squares

Date: 08/01/21 Time: 17:00

Sample (adjusted): 1/03/2003 6/30/2021

Included observations: 4576 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000523	0.000259	2.014024	0.0441
R-squared	0.000000	Mean dependent var		0.000523
Adjusted R-squared	0.000000	S.D. dependent var		0.017552
S.E. of regression	0.017552	Akaike info criterion		-5.247028
Sum squared resid	1.409505	Schwarz criterion		-5.245623
Log likelihood	12006.20	Hannan-Quinn criter.		-5.246533
Durbin-Watson stat	2.093276			

Null Hypothesis: CSI_300 has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=30)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-61.66958	0.0001
Test critical values:	1% level	-3.431797	
	5% level	-2.862064	
	10% level	-2.567092	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(CSI_300)

Method: Least Squares

Date: 08/01/21 Time: 17:02

Sample (adjusted): 1/06/2005 6/30/2021

Included observations: 4008 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
CSI_300(-1)	-0.973999	0.015794	-61.66958	0.0000
C	0.000404	0.000268	1.503379	0.1328
R-squared	0.487011	Mean dependent var		-8.63E-07
Adjusted R-squared	0.486883	S.D. dependent var		0.023717
S.E. of regression	0.016989	Akaike info criterion		-5.311980
Sum squared resid	1.156263	Schwarz criterion		-5.308838
Log likelihood	10647.21	Hannan-Quinn criter.		-5.310866
F-statistic	3803.137	Durbin-Watson stat		1.998424
Prob(F-statistic)	0.000000			

Null Hypothesis: CSI_300 is stationary
 Exogenous: Constant
 Bandwidth: 12 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

	LM-Stat.
Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin test statistic	0.155667
Asymptotic critical values*:	
1% level	0.739000
5% level	0.463000
10% level	0.347000

*Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (1992, Table 1)

Residual variance (no correction)	0.000289
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	0.000322

KPSS Test Equation

Dependent Variable: CSI_300

Method: Least Squares

Date: 08/01/21 Time: 17:02

Sample (adjusted): 1/05/2005 6/30/2021

Included observations: 4009 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000417	0.000268	1.552864	0.1205
R-squared	0.000000	Mean dependent var		0.000417
Adjusted R-squared	0.000000	S.D. dependent var		0.016991
S.E. of regression	0.016991	Akaike info criterion		-5.311974
Sum squared resid	1.157135	Schwarz criterion		-5.310404
Log likelihood	10648.85	Hannan-Quinn criter.		-5.311418
Durbin-Watson stat	1.947891			

Anexo II – Testes de causalidade de *Granger*

Pairwise Granger Causality Tests

Date: 08/29/21 Time: 11:36

Sample: 1/02/2003 7/31/2007

Lags: 2

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
EURO_STOXX_50 does not Granger Cause S_P_500	1039	1.94416	0.1436
S_P_500 does not Granger Cause EURO_STOXX_50		47.0611	3.E-20
BOVESPA does not Granger Cause S_P_500	954	1.33569	0.2635
S_P_500 does not Granger Cause BOVESPA		1.77647	0.1698
CSI_300 does not Granger Cause S_P_500	539	0.32314	0.7240
S_P_500 does not Granger Cause CSI_300		0.00811	0.9919
BOVESPA does not Granger Cause EURO_STOXX_50	1010	13.5864	2.E-06
EURO_STOXX_50 does not Granger Cause BOVESPA		0.03613	0.9645
CSI_300 does not Granger Cause EURO_STOXX_50	580	0.11922	0.8876
EURO_STOXX_50 does not Granger Cause CSI_300		0.58291	0.5586
CSI_300 does not Granger Cause BOVESPA	529	2.49453	0.0835
BOVESPA does not Granger Cause CSI_300		0.34216	0.7104

Pairwise Granger Causality Tests

Date: 08/29/21 Time: 11:35

Sample: 8/01/2007 3/31/2009

Lags: 2

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
EURO_STOXX_50 does not Granger Cause S_P_500 S_P_500 does not Granger Cause EURO_STOXX_50	381	1.11285 51.7828	0.3297 1.E-20
BOVESPA does not Granger Cause S_P_500 S_P_500 does not Granger Cause BOVESPA	344	0.14717 0.20014	0.8632 0.8187
CSI_300 does not Granger Cause S_P_500 S_P_500 does not Granger Cause CSI_300	343	1.53374 6.97058	0.2172 0.0011
BOVESPA does not Granger Cause EURO_STOXX_50 EURO_STOXX_50 does not Granger Cause BOVESPA	365	12.2567 1.06781	7.E-06 0.3448
CSI_300 does not Granger Cause EURO_STOXX_50 EURO_STOXX_50 does not Granger Cause CSI_300	367	1.82040 7.70133	0.1634 0.0005
CSI_300 does not Granger Cause BOVESPA BOVESPA does not Granger Cause CSI_300	334	0.94999 6.75186	0.3878 0.0013

Pairwise Granger Causality Tests

Date: 08/29/21 Time: 11:38

Sample: 4/01/2009 4/22/2010

Lags: 2

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
EURO_STOXX_50 does not Granger Cause S_P_500 S_P_500 does not Granger Cause EURO_STOXX_50	237	0.49997 6.37583	0.6072 0.0020
BOVESPA does not Granger Cause S_P_500 S_P_500 does not Granger Cause BOVESPA	214	0.49145 0.13831	0.6124 0.8709
CSI_300 does not Granger Cause S_P_500 S_P_500 does not Granger Cause CSI_300	222	2.05097 2.43826	0.1311 0.0897
BOVESPA does not Granger Cause EURO_STOXX_50 EURO_STOXX_50 does not Granger Cause BOVESPA	224	3.52967 0.34623	0.0310 0.7077
CSI_300 does not Granger Cause EURO_STOXX_50 EURO_STOXX_50 does not Granger Cause CSI_300	234	0.59199 0.53943	0.5541 0.5838
CSI_300 does not Granger Cause BOVESPA BOVESPA does not Granger Cause CSI_300	209	2.54272 1.60164	0.0811 0.2041

Pairwise Granger Causality Tests
Date: 08/29/21 Time: 11:39
Sample: 4/23/2010 9/28/2012
Lags: 2

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
EURO_STOXX_50 does not Granger Cause S_P_500 S_P_500 does not Granger Cause EURO_STOXX_50	562	4.68043 11.2937	0.0096 2.E-05
BOVESPA does not Granger Cause S_P_500 S_P_500 does not Granger Cause BOVESPA	515	0.09567 1.31255	0.9088 0.2700
CSI_300 does not Granger Cause S_P_500 S_P_500 does not Granger Cause CSI_300	504	0.04727 14.0236	0.9538 1.E-06
BOVESPA does not Granger Cause EURO_STOXX_50 EURO_STOXX_50 does not Granger Cause BOVESPA	544	3.10557 2.81923	0.0456 0.0605
CSI_300 does not Granger Cause EURO_STOXX_50 EURO_STOXX_50 does not Granger Cause CSI_300	543	1.45971 11.8845	0.2332 9.E-06
CSI_300 does not Granger Cause BOVESPA BOVESPA does not Granger Cause CSI_300	496	0.32873 16.7918	0.7200 9.E-08

Pairwise Granger Causality Tests
Date: 08/29/21 Time: 11:40
Sample: 10/01/2012 6/22/2016
Lags: 2

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
EURO_STOXX_50 does not Granger Cause S_P_500 S_P_500 does not Granger Cause EURO_STOXX_50	851	1.01818 26.7611	0.3617 5.E-12
BOVESPA does not Granger Cause S_P_500 S_P_500 does not Granger Cause BOVESPA	769	2.12222 1.04347	0.1205 0.3527
CSI_300 does not Granger Cause S_P_500 S_P_500 does not Granger Cause CSI_300	765	0.68079 11.0921	0.5065 2.E-05
BOVESPA does not Granger Cause EURO_STOXX_50 EURO_STOXX_50 does not Granger Cause BOVESPA	812	5.78191 0.52588	0.0032 0.5912
CSI_300 does not Granger Cause EURO_STOXX_50 EURO_STOXX_50 does not Granger Cause CSI_300	813	0.54317 7.19152	0.5811 0.0008
CSI_300 does not Granger Cause BOVESPA BOVESPA does not Granger Cause CSI_300	742	1.14525 1.61260	0.3187 0.2001

Pairwise Granger Causality Tests

Date: 08/29/21 Time: 11:41

Sample: 6/23/2016 2/28/2019

Lags: 2

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
EURO_STOXX_50 does not Granger Cause S_P_500 S_P_500 does not Granger Cause EURO_STOXX_50	613	0.40313 17.4730	0.6684 4.E-08
BOVESPA does not Granger Cause S_P_500 S_P_500 does not Granger Cause BOVESPA	541	0.41926 2.82031	0.6577 0.0605
CSI_300 does not Granger Cause S_P_500 S_P_500 does not Granger Cause CSI_300	556	1.55407 18.7838	0.2123 1.E-08
BOVESPA does not Granger Cause EURO_STOXX_50 EURO_STOXX_50 does not Granger Cause BOVESPA	580	5.23606 0.40873	0.0056 0.6647
CSI_300 does not Granger Cause EURO_STOXX_50 EURO_STOXX_50 does not Granger Cause CSI_300	590	2.24525 7.76957	0.1068 0.0005
CSI_300 does not Granger Cause BOVESPA BOVESPA does not Granger Cause CSI_300	533	1.23116 6.02325	0.2928 0.0026

Pairwise Granger Causality Tests

Date: 08/29/21 Time: 11:55

Sample: 3/01/2019 12/30/2019

Lags: 2

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
EURO_STOXX_50 does not Granger Cause S_P_500 S_P_500 does not Granger Cause EURO_STOXX_50	192	3.26127 0.41507	0.0405 0.6609
BOVESPA does not Granger Cause S_P_500 S_P_500 does not Granger Cause BOVESPA	178	0.14179 1.33558	0.8679 0.2657
CSI_300 does not Granger Cause S_P_500 S_P_500 does not Granger Cause CSI_300	174	0.23668 9.95237	0.7895 8.E-05
BOVESPA does not Granger Cause EURO_STOXX_50 EURO_STOXX_50 does not Granger Cause BOVESPA	188	0.00713 0.54590	0.9929 0.5803
CSI_300 does not Granger Cause EURO_STOXX_50 EURO_STOXX_50 does not Granger Cause CSI_300	183	0.87092 8.29361	0.4203 0.0004
CSI_300 does not Granger Cause BOVESPA BOVESPA does not Granger Cause CSI_300	172	0.49175 5.31812	0.6124 0.0058

Pairwise Granger Causality Tests

Date: 08/29/21 Time: 11:43

Sample: 12/31/2019 6/30/2021

Lags: 2

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
EURO_STOXX_50 does not Granger Cause S_P_500	345	19.9287	7.E-09
S_P_500 does not Granger Cause EURO_STOXX_50		4.09974	0.0174
BOVESPA does not Granger Cause S_P_500	317	0.84725	0.4296
S_P_500 does not Granger Cause BOVESPA		3.89864	0.0213
CSI_300 does not Granger Cause S_P_500	310	0.10542	0.9000
S_P_500 does not Granger Cause CSI_300		3.21295	0.0416
BOVESPA does not Granger Cause EURO_STOXX_50	333	0.82695	0.4383
EURO_STOXX_50 does not Granger Cause BOVESPA		16.4639	2.E-07
CSI_300 does not Granger Cause EURO_STOXX_50	329	1.88500	0.1535
EURO_STOXX_50 does not Granger Cause CSI_300		2.46499	0.0866
CSI_300 does not Granger Cause BOVESPA	302	0.22848	0.7959
BOVESPA does not Granger Cause CSI_300		0.62577	0.5356