IPS Instituto Politécnico de Setúbal
Escola Superior de Ciências Empresariais

MARIA JOSÉ CARVALHO DE JESUS MANUEL

O IMPACTO DO COVID-19 NOS MERCADOS DE AÇÕES E DE DÍVIDA DE PORTUGAL E DA EDP: UMA ABORDAGEM ECONOFÍSICA

Relatório de Dissertação de investigação do Mestrado em Contabilidade e Finanças

ORIENTADOR

Doutora, Paula Alexandra Godinho Pires Heliodoro

Fevereiro, 2021

MARIA JOSÉ CARVALHO DE JESUS MANUEL

O IMPACTO DO COVID-19 NOS MERCADOS DE AÇÕES E DE DÍVIDA DE PORTUGAL E DA EDP: UMA ABORDAGEM ECONOFÍSICA

JÚRI

Presidente: Doutor Francisco José Mendes Leote, Instituto Politécnico de Setúbal, Escola Superior de Ciências Empresariais.
Orientador: Doutora Paula Alexandra Godinho Pires Heliodoro, Instituto Politécnico de Setúbal, Escola Superior de Ciências Empresariais.
Vogal: Doutor, Rui Manuel Teixeira Santos Dias, Instituto Politécnico de Setúbal, Escola Superior de Ciências Empresariais.

Fevereiro, 2021

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação a minha mãe e ao meu marido,

Maria Flávia e Joseny Manuel.

"…Ganhar sabedoria é melhor do que ganhar prata, e obtê-la é melhor do que obter ouro".

- Provérbios 3:14. Bíblia Sagrada, baseada na tradução do novo mundo em inglês, atualizada (Português); 2013.

AGRADECIMENTOS

Agradecer a minha orientadora, a Professora Doutora Paula Heliodoro, pelas brilhantes ideias ao longo da dissertação e pelo exemplo de docência em si, pessoa em quem me revejo e me inspiro.

A minha mãe pela inspiração natural que ela me passa, por ser tão determinada, e resiliente como eu nunca vi em ninguém, por isso e muito mais, a minha gratidão por ti é eterna.

A bibliotecária Ana Bela e a minha colega e amiga Analtina Prazeres pelo incansável apoio, pessoas a quem posso chamar de "amiga".

A toda a minha família e amigos pela força e boa disposição nos bons e maus momentos. A ti meu amor, meu marido, que me proporcionou a oportunidade de voltar a estudar e ser uma pessoa ainda mais instruída, por me puxar para cima em momentos menos bons, pela paciência, por todo carinho, e pelos filhos lindos que são sem dúvida a minha maior motivação para o sucesso.

Um muito obrigado a todos!

RESUMO

A pandemia COVID-19, registada a 30 de janeiro pela OMS como um problema de escala global, que não só alterou a vida das pessoas, mas como também causou muitas mortes, perdas de emprego, fez com que muitas empresas fechassem para conter o surto do vírus, e inclusive interrompeu o mercado de capitais, gerando quebras significativas.

Face a estes acontecimentos a presente dissertação pretende analisar a eficiência, na sua forma fraca, nos mercados de ações e de dívida da EDP e Portugal, no período de 31 de dezembro de 2019 a 08 de outubro de 2020.

Com o propósito de se alcançar o objetivo da investigação pretende-se dar resposta a três questões de investigação, designadamente em saber, se: (i) a evolução da pandemia global (Covid-19), fez aumentar a (in) eficiência dos mercados de ações e de dívida de Portugal e da EDP? (ii) A volatilidade extrema vivida nos mercados internacionais origina sincronizações acentuadas entre os mercados em análise? iii) se a integração financeira origina transmissão de risco entre mercados?

Os expoentes DFA sugerem a existência de memorias longas nestes mercados, o que faz concluir que os mesmos não são eficientes, na sua forma fraca, validando a primeira questão de investigação. Estes resultados poderão ser benéficos para os investidores, uma vez que algumas rendibilidades podem ser expectáveis, criando oportunidades de arbitragem e de rendibilidades anormais.

Para responder à segunda questão de investigação realizamos o teste de integração Gregory-Hansen que mostra que estes mercados apresentam níveis de integração acentuados o que era expectável devidos aos fatores comuns onde estão inseridos, o que valida a segunda questão de investigação.

Para validar se a integração financeira implica transmissão de risco entre os mercados em analise estimamos os coeficientes de correlação cruzada sem tendência (λ_{DCCA}), que evidenciam 4 pares de mercados a mostrarem transmissão de risco (4 em 10 possíveis), ou seja, existe uma relação causal parcial entre a integração financeira e a transmissão de

risco nos mercados analisados, estes resultados validam parcialmente a terceira questão de investigação.

As metodologias utilizadas ao longo do trabalho mostraram ser ferramentas adequadas para as séries temporais financeiras, transformando esse estudo num material de interesse público, útil para acadêmicos no desenvolvimento de matérias relacionadas com a teoria financeira subjacente a HME e finanças comportamentais, assim como também benéfica para os investidores por fazerem escolhas de produtos e estratégias de investimento.

Palavras-chave: EDP; mercados de dívida e ações; integração; memorias longas; diversificação de carteiras.

JEL: C40, C58, G10, G11, G14, G15, F3

ABSTRACT

The COVID-19 pandemic, registered on 30 January by the WHO as a global problem, which not only changed people's lives, but also caused many deaths, job losses, caused many companies to close to contain the outbreak virus, and even interrupted the capital market, causing significant falls.

In view of these events, this thesis intends to analyse the efficiency, in its weak form, in the stock and debt markets of EDP and Portugal, in the period from December 31, 2019 to October 8, 2020.

With the purpose of achieving the aim of the investigation is to answer three research questions, namely whether: (i) the evolution of the global pandemic (Covid-19), has increased the (in) efficiency of Portugal's stock and debt markets and EDP? (ii) Does the extreme volatility experienced in international markets lead to marked synchronizations between the markets under analysis? iii) whether financial integration leads to risk transmission between markets?

DFA exponents suggest the existence of long memories in these markets, which leads to the conclusion that they are not efficient, in their weak form, validating the first research question. These results may be beneficial for investors, since some returns can be expected, creating opportunities for arbitrage and abnormal returns.

In order to answer the second research question, we carried out the Gregory-Hansen integration test, which shows that these markets have marked levels of integration, which was expected due to the common factors where they are inserted, which validates the second research question.

To validate whether financial integration implies risk transmission between the markets under analysis, we estimate the trendless cross-correlation coefficients (λ_DCCA), which show 4 pairs of markets showing risk transmission (4 out of 10 possible), that is, not there is a causal relationship between financial integration and risk transmission in the analysed markets, these results partially validate the third research question.

The methodologies used throughout the work proved to be adequate tools for financial time series, transforming this study into a public interest, useful for academics in the development of subjects related to the financial theory underlying HME and behavioural finance, as well as beneficial to investors for making product choices and investment strategies.

Keywords: EDP; debt and equity markets; integration; long memories; portfolio diversification.

JEL: C40, C58, G10, G11, G14, G15, F3

ÍNDICE GERAL

1 Introdução 13
1.1. Enquadramento e Questões de Investigação 13
1.2. Objetivo do Trabalho 14
1.3. Justificativa do Tema 15
1.4. Abordagem e Metodologia 15
1.5. Estrutura do Trabalho 16
2 Revisão da Literatura 17
2.1. Eficiência de Mercado 17
2.1.1 Estudos empíricos sobre a HME. 17
2.1.2 O conceito de eficiência de mercados 19
2.1.3 A hipótese de eficiência de mercados 20
2.2 Outros contributos de Eugene Fama 24
2.3 Importância da hipótese de eficiência dos mercados 26
2.4 Desafios à Teoria da Eficiência dos Mercados 27
3 Dados e Metodologia 30
3.1 Dados e Caracterização das Variáveis 30
3.2 Métodos e Instrumentos de Análise Estatística e Econométrica 36
3.2.1 Teste de aderência de Jarque e Bera (1980) 37
3.2.2 Teste de raízes unitárias de Clemente et al. (1998) 38
3.3 A metodologia Detrended Fluctuation Analysis (DFA) 38
3.3.1 Testes de Cointegração Gregory e Hansen (1996) 39
3.3.2 Coeficiente de correlação cruzada sem tendência de Zebende (2011) 41
4 Apresentação e Discussão dos Resultados Obtidos 43
5 Conclusão 55
Referências Bibliográficas 58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Fluxograma das etapas da metodologia 16
Figura 2: Condições para a verificação da Eficiência dos mercados..... 24
Figura 3: Unidades de Negócio do Grupo EDP..... 31
Figura 4: Dívida da EDP em Bilhões de Euros para 10 anos 31
Figura 5:Volume de negociação do PSI 20 32
Figura 6: Evolução das yields das OT Soberanas (10YR) de alguns países da Europa. 33
Figura 7: Setor energético de Portugal 35
Figura 8: Evolução, em níveis dos 5 mercados financeiros, no período de 31 de dezembro de 2019 a 08 de outubro de 2020..... 43
Figura 9: Evolução, em % das diferenças, dos 5 mercados financeiros, no período de 31 de dezembro de 2019 a 08 de outubro de 2020. 44
Figura 10: Evolução, em primeiras diferenças, dos 5 mercados financeiros, no período de 31 de dezembro de 2019 a 08 de outubro de 2020. 45
Figura 11: Gráfico de distribuição da série temporal Obrigações EDP (10YR), no período de 31 de dezembro de 2019 a 08 de outubro de 2020. 47
Figura 12: Gráfico de distribuição da série temporal OT de Portugal (10YR), no período de 31 de dezembro de 2019 a 08 de outubro de 2020. 47
Figura 13: Gráfico de distribuição da série temporal Setor Energético da Euronext Lisbon, no período de 31 de dezembro de 2019 a 08 de outubro de 2020. 48
Figura 14: Gráfico de distribuição da série temporal, ações da EDP da Euronext Lisbon, no período de 31 de dezembro de 2019 a 08 de outubro de 2020. 48
Figura 15: Gráfico de distribuição da série temporal do PSI 20 da Euronext Lisbon, no período de 31 de dezembro de 2019 a 08 de outubro de 2020. 49
Figura 16: Gráficos de quantis das taxas de rendibilidades, respeitantes aos 5 mercados financeiros, no período de 31 de dezembro de 2019 a 08 de outubro de 2020. 50

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 As Três Formas de Eficiência 23

Tabela 2 Os nomes dos países e os seus índices utilizados na presente tese…….....35

Tabela 3 Estatísticas Descritivas, em rendibilidades dos 5 mercados financeiros, no período de 31/12/2019 á 08/10//2020..... 46

Tabela 4 Testes de raíz unitária com quebras estruturais de clement et al. (1998), em rendibilidades referentes aos mercados financeiros, no período de 31/12/2019 á 08/10/20201.....51

Tabela 5 Expoente DFA para índice e retorno. Os valores de ajustamento do DFA sempre têm R2>0,99…….....52

Tabela 6 Teste de Gregory-Hansen, período covid (31/12/2019 á 08/10/2020)……..53

Tabela 7 Resumo dos picos dos coeficientes lambda DCCA, nos mercados financeiros em análise, no período de 31/12/2019 á 08/10/2020…….…..54

LISTA DE ABREVIATURAS

EU - União Europeia

HEM - Hipótese de eficiência de mercados

ADF - Augmented Dickey-Fuller

DCCA - Detrended cross-correlation analysis

COVID-19 - Corona vírus *desesase* 2019

IDD - Independente e identicamente distribuídas

DFA - *Detrendet flutuation analysis*

OMS - Organização Mundial da Saúde

WHO - World Health Organisation

1 Introdução

1.1. Enquadramento e Questões de Investigação

Os mercados financeiros têm como papel principal transferir os recursos excedentes dos agentes que poupam para financiar os agentes que querem investir, (agentes económicos, empresas, Estado e particulares). Com base nesta realidade, podemos dizer que os mercados financeiros permitem distribuir os recursos financeiros necessários ao financiamento da economia, tornando-a funcional e dinâmica.

O tema "o impacto da covid-19 nos mercados de ações e de dívida de Portugal e da EDP: uma abordagem econofísica" surgiu do facto da EDP ser considerada uma empresa potencial, e o facto de ser importante perceber os efeitos e consequências desta crise pandémica, que como arrastão, tem estado a afetar a rendibilidade da EDP, e consequentemente do mercado financeiro, concluindo que estamos a tratar de um tema atual, do interesse de futuros investidor e estudiosos ou pesquisadores da área.

A globalização reduziu as barreiras ligadas as transações comerciais nos tempos atuais, fazendo com que o tecido empresarial, colabore para o aumento de investimentos internacionais, e a possível estabilidade económica. Os mercados de ações, de títulos, e de câmbios são as fontes relevantes para o investimento e maximização da rendibilidade dos investidores (Rehan, Zehra, Chhapra, e Makhija, 2019).

A instabilidade financeira é um fator muito importante na sociedade, porque uma crise financeira ou quebra do mercado de ações afetaria direta ou indiretamente as condições econômicas dos residentes de um país. Se um determinado mercado de ações está interligado ao mercado de ações de outro país, a estabilidade financeira do primeiro país depende em parte da estabilidade financeira do segundo país. Portanto, a ocorrência de integração entre mercados pode ter um impacto significativo na diversificação internacional do risco (Dias, da Silva, e Dionísio, 2019).

No entanto, a hipótese de eficiência de mercado é um conceito importante para os investidores efetivamente manterem suas carteiras de investimentos diversificadas. Com o aumento do investimento, devido à globalização da economia, a economia mundial tem se integrado de forma significativa e, diante desse entendimento, a sincronização entre as empresas e o mercado financeiro passou a ter importância internacional. (Gupta e Basu, 2011).

Atualmente o mundo encontra-se a enfrentar uma pandemia global, que coloca as economias no emergir de uma crise e Portugal não se encontra isento desta situação. A rápida evolução desta pandemia gerou um nível de risco considerável para os investidores, tendo essa situação se revertido numa crise financeira, o que afetou os mercados financeiros, incluindo o mercado de dívida da EDP e de Portugal, pelo que vale a pena avaliar a afetação da crise nestes mercados, para os investidores que precisam tomar as suas decisões de investimento com base nesses estudos e outros interessados na matéria.

Contudo, importa realçar que a presente investigação diferencia-se dos estudos até agora realizados sobre o impacto da pandemia global nos mercados financeiros, tanto quanto se sabe, os autores He, Liu, Wang, e Yu (2020), Kanno (2020) Wang e Enilov (2020) analisaram os choques da pandemia Covid-19, porém as questões de investigação, os mercados analisados, e a abordagem foi essencialmente distinta da seguida nesta dissertação.

Assim sendo, surgiram as seguintes questões de investigação:

- A evolução da pandemia global (Covid-19), fez aumentar a (in) eficiência dos mercados de ações e de dívida de Portugal e da EDP?
- A volatilidade extrema vivida nos mercados internacionais origina sincronizações acentuadas entre os mercados em análise?
- Se a integração financeira origina transmissão de risco entre mercados?

Para responder às questões colocadas baseamo-nos em métodos estatísticos, econométricos, e econofísicos cujos dados serão obtidos a partir da base Thomson Reuters das *yields e* dos prices index, no período de 31 de dezembro de 2019 a 8 de outubro de 2020.

1.2. Objetivo do Trabalho

O objetivo principal desta dissertação é avaliar a hipótese de eficiência, na sua forma fraca, nos mercados de ações e de dívida de Portugal e da EDP.

São objetivos específicos:

- Perceber se a evolução da pandemia global (Covid-19), fez aumentar a (in) eficiência dos mercados de ações e de dívida de Portugal e da EDP;
- Confirmar e testar se a volatilidade extrema vivida nos mercados financeiros em análise origina sincronizações acentuadas entre os mercados em estudo;
- Havendo integração financeira, se origina transmissão de risco entre os mercados.

1.3. Justificativa do Tema

A escolha do tema surgiu no final das aulas de divulgação do risco e ao procurar uma empresa que fosse relevante no mercado europeu, deparei-me com a EDP que passou a ser o meu objeto de estudo, e dado o facto de estarmos a passar por uma crise pandémica, achei relevante, avaliar a eficiência deste mercado e do país onde se encontra, Portugal.

A preferência pela EDP está relacionada com a sua relevância no cenário regional europeu, assim como integrar o índice bolsista EUROSTOX 50, sendo este o índice das 50 empresas mais líquidas da Europa.

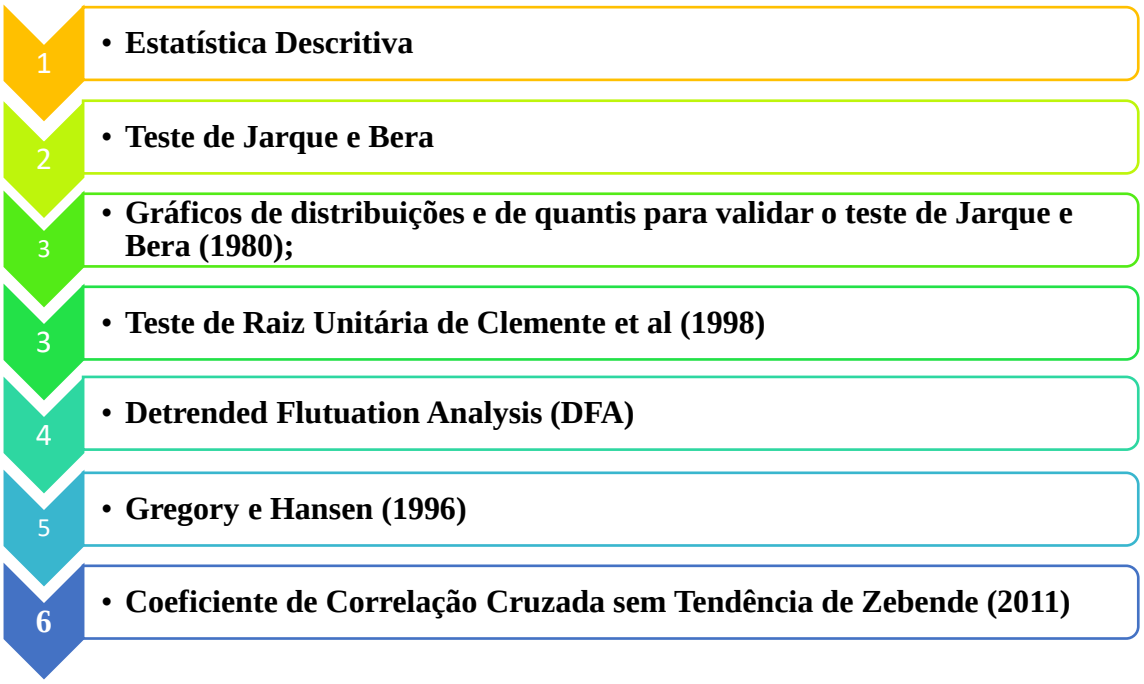
Outro aspeto importante dá-se ao facto destes resultados serem de interesse público, para estudantes da área, assim como também para investidores internacionais interessados em expandir o âmbito geográfico, no que concerne a implementação de estratégias de diversificação de carteiras.

1.4. Abordagem e Metodologia

A presente dissertação segue uma abordagem econofísica, e mesmo não havendo processos físicos em economia, os físicos procuram colaborar, através da aplicação de métodos da física estatística, consequentemente, um das áreas que encontramos abertura para aplicação de tais métodos, é o da flutuação de preços no mercado financeiro, que esta constituído por elementos úteis para os estudos econofísicos, como: são grandes, não gaussianos, longas correlações temporais, exibem leis de potência e são universais.

De uma forma sucinta o fluxograma abaixo representa as etapas da metodologia da presente dissertação:

Figura 1 Fluxograma das etapas da metodologia



Fonte. Elaboração Própria

1.5. Estrutura do Trabalho

Em termos de estrutura, esta dissertação encontra-se organizada em 5 secções. Para além da atual Introdução, na seção 2 apresenta-se uma Revisão da Literatura sobre a eficiência de mercado, na sua forma fraca, onde podemos verificar os estudos empíricos, os conceitos fundamentais, os contributos prestados, e a importância das hipóteses de eficiência. Em seguida, na seção 3 descreve-se a Metodologia e Dados, onde abordamos detalhadamente as variáveis utilizadas na investigação, as fontes de aquisição de dados, e as técnicas utilizadas na obtenção dos resultados. Já na seção 4 contém os Resultados, que nos permitirão aferir de forma segura as Conclusões ditadas na secção 5 que representa a última, porém não menos importante.

2 Revisão da Literatura

Compete aos mercados financeiros transferir recursos entre agentes económicos. Certos agentes detêm excessos, as suas poupanças, e outros são deficitários e, quer numa perspetiva de consumo, quer de investimento, são potenciais tomadores de recursos financeiros dos agentes excedentários.

Saber como os mercados são capazes de processar essa transferência, equivale a avaliar o processo de a fazer e, para o efeito, precisamos de termos de referência ou padrão que por alinhamento com a realidade nos dê um grau de realização.

2.1. Eficiência de Mercado.

Segundo Louis Bachelier (1900) refere a eficiência de mercado, como o resultado de acontecimentos passados, presentes e até mesmo futuros que se refletem nos preços de mercado , mas que geralmente não têm relação óbvia com as mudanças de preços, ou seja, o mercado espera que os preços dos ativos não variem.(Bachelier, 1900) e (Delcey, 2019).

2.1.1 Estudos empíricos sobre a HME.

A compreensão sobre a dinâmica do mercado financeiro e a tentativa de prever seu comportamento tem sido um assunto relevante para os investidores, mas apenas recentemente o comportamento dos investidores tem sido levado em consideração como um fator explicativo.

Eugene Fama (1970) considera que um mercado é eficiente quando os preços sempre refletem totalmente as informações disponíveis. Uma de suas maiores contribuições foi definir três formas de eficiência de mercado, sendo a forma fraca, a forma semiforte e a forma forte. Na primeira forma, os preços refletem os retornos passados para predizer os retornos futuros. Na segunda forma, além dos preços históricos passados, estão refletidas nos preços dos títulos todas as informações públicas disponíveis de maneira rápida. Já na terceira forma, além dos retornos dos preços históricos e das informações disponíveis já contidas nos preços, somam-se a isso as informações que ainda não foram divulgadas, as quais são chamadas de informações privilegiadas.

O tema sobre a hipótese de mercado eficiente (HME) tem motivado outros estudos para analisar as implicações na hipótese de eficiência dos mercados, de acordo com a qual o preço atual dos ativos reflete toda a informação disponível, num determinado momento, e o preço ajusta-se rapidamente, à medida que novas e imprevistas informações vão chegando ao mercado. A hipótese de reversão à média, também designada por correlação em série negativa, tem sido interpretada como um mecanismo de correção eficiente em mercados desenvolvidos e, um sinal de bolha especulativa nos mercados financeiros emergentes (Summers, 1986; Fama e French, 1988).

Ferreira e Dionísio (2014), Sensoy e Tabak (2015), Ferreira e Dionísio (2016), Rounaghi e Nassir Zadeh (2016), analisaram a presença de memorias longas nos mercados financeiros testando a hipótese de mercado eficiente. Ferreira e Dionísio (2014) analisaram os índices de ações de 10 mercados, através da metodologia DFA, os autores evidenciam que a séries de rendibilidades têm dependência de longo prazo, sendo mais acentuado nos mercados de Espanha, Grécia e Portugal. Sensoy e Tabak (2015) evidenciam que a crise financeira global de 2008 causou persistência nas rendibilidades em quase todos os mercados de ações da UE. No entanto, durante a crise da dívida soberana da zona do euro essa dependência de longo prazo verificou-se apenas nos mercados da França, Espanha e Grécia. Ferreira e Dionísio (2016) testaram a Hipótese de Mercado Eficiente (HME) nos mercados de ações de Africa, através da metodologia DCC, os autores mostram que a correlação de longo prazo só termina no 149º desfasamento, que corresponde a cerca de sete meses. Este resultado prejudica o HME?

Rounaghi e Nassir Zadeh (2016), Shirvani e Delcoure (2016), Mensi, Tiwari e Yoon (2017), Ali, Shahzad, Raza, e Al-Yahyaee (2018), testaram a hipótese randow walk em diversos mercados financeiros. Rounaghi e Nassir Zadeh (2016) investigaram a presença de memória longa nas rendibilidades do S&P 500 e do London Stock Exchange (LSE). Recentemente, a análise multifractal evoluiu como uma maneira importante de explicar a complexidade dos mercados financeiros que dificilmente pode ser descrita por métodos lineares da teoria eficiente do mercado. Uma comparação entre o S&P 500 e a London Stock Exchange mostra que ambos os mercados são eficientes e têm estabilidade financeira durante períodos de alta e baixa volatilidade. Shirvani e Delcoure (2016) analisaram 16 mercados da OCDE, os autores evidenciam que os mercados são eficientes, pois a hipótese de reversão à média não foi rejeitada. Mensi Tiwari, e Yoon (2017)

evidenciam uma elevada eficiência no longo prazo, mas moderada no curto prazo, e que esses mercados se tornaram menos eficientes após o início da crise financeira global. Ali, Shahzad, Raza, e Al-Yahyaee (2018) demonstram que os mercados desenvolvidos são relativamente mais eficientes, seguidos pelos mercados de ações dos BRICS. Os autores mostram que quase todos os mercados de ações islâmicos, com exceção da Rússia, Jordânia e Paquistão, são mais eficientes do que os seus pares convencionais.

Guedes, Ferreira, Dionísio, e Zebende (2019), Bashir et al. (2019), da Silva, Guedes, Ferreira, Dionísio, e Zebende (2019) testaram a eficiência de mercado, na sua forma fraca, através do coeficiente de correlação cruzada ρDCCA. Guedes, Ferreira, Dionísio, e Zebende (2019) evidenciam uma diminuição no coeficiente de correlação cruzada o que significa que o Reino Unido está mais segmentado, nos pós BREXIT. Bashir et al. (2019) mostram através do modelo $\rho DCCA$ que a maioria dos mercados financeiros europeus tende a estar negativamente correlacionada no longo prazo após o referendo do Brexit. da Silva, Guedes, Ferreira, Dionísio, e Zebende (2019) analisaram os principais índices do mundo: América do Norte, América do Sul, Ásia e Europa. Os autores evidenciam uma correlação cruzada perfeita $\rho DCCA$ no longo prazo entre os preços de abertura e fecho, porém, no curto prazo há diferenças entre os diversos mercados de ações.

Em resumo, este trabalho visa contribuir para o fornecimento de informação aos investidores internacionais interessados em expandir, no âmbito geográfico, estratégias de diversificação de carteiras eficientes.

2.1.2 O conceito de eficiência de mercados

Ainda não existe uma teoria simples, capaz de explicar o comportamento dos mercados financeiros, entretanto, a hipótese de eficiência do mercado é um dos ícones da teoria moderna em finanças, desenvolvida principalmente por Fama em 1970 e 1991, baseia-se na perspetiva de concorrência perfeita e da racionalidade dos agentes económicos, sendo que toda a informação disponível é refletida nos preços das ações.

Logo, para um mercado refletir toda a informação, é necessário que esta informação esteja ao alcance de todos os investidores e potenciais investidores, que não tenha custos

e, por último, que seja interpretada da mesma forma por todos os participantes no mercado. Para este, o mercado continua a ser eficiente mesmo quando nem todos os investidores têm acesso a toda a informação, basta haver um número considerável de participantes no mercado com o conhecimento da informação, para que este continue a ser eficiente. E mesmo quando houver indícios contra a eficiência, isto não significa que o mercado seja ineficiente (E. Fama, 1970).

2.1.3 A hipótese de eficiência de mercados

«*A market in which prices always "fully reflect" available information is called "efficient*". »[1], Fama (1970: 383).

Fama (1970) explica que de uma forma eficiente os preços refletem toda a informação do mercado, e para se poder testar o modelo, o processo de formação de preços deve ser detalhado. E para que a hipótese de eficiência dos mercados seja funcional, devemos partir do pressuposto que as condições de equilíbrio do mercado podem ser representadas em termos de rendibilidades esperadas, situação que se traduz como a taxa de rendibilidade esperada dos ativos sendo função do seu nível de risco associado.

Para Fama (1970) existem três formas diferentes para testar a eficiência do mercado, consoante o conjunto de informação relevante: testes na forma fraca *(weak form efficiency)*, na forma semiforte *(semi-strong form efficiency*) e na forma forte (*strong form efficiency)*, como podemos ver abaixo com maior detalhe.

- **<u>Eficiência na forma fraca.</u>**

A hipótese de eficiência sobre a forma fraca explica que o preço dos ativos reflete toda a informação histórica relevante do mercado.

[1] «Tradução livre do autor: Um mercado no qual os preços refletem a qualquer momento a totalidade da informação disponível, é chamado eficiente.».

Neste tipo de eficiência, os preços não têm memoria e os preços passados não têm informação sobre variações futuras, sendo que os preços já têm toda informação do passado. Qualquer estratégia de investimento a partir de dados passados, como é o caso da análise técnica, o que não permite ao investidor a obtenção de lucros anormais a um dado risco. Caso haja uma alteração nos preços, por consequência da chegada de nova informação no mercado, que normalmente chega de forma aleatória. Logo a relação do preço nom momento *t-1* e preço e no momento *t* será nula.

Na forma fraca podemos utilizar testes para perceber se os investidores podem obter lucros anormais, através dos dados passados dos preços dos ativos, entretanto se as variações sucessivas de preços forem independentes e imprevisíveis, será impossível para os investidores ganhar mais do que comprar ou manter (Fama, 1965).

Segundo Fama (1970) existem evidências de desvios do passeio aleatório com correlações seriais diferentes de zero em mudanças de preço constantes em ações, e observou que a rejeição do modelo de passeio aleatório não justifica a ineficiência de mercado, a questão da independência não é uma condição necessária para HME porque a eficiência do mercado requer apenas o processo de martingale de retornos de ativos (Samuelson, 1965) sendo zero para o valor esperado para os investidores.

Todavia na presente tese vamos utilizar a abordagem da eficiência, na sua forma fraca, onde os preços históricos são previsíveis, visto que não queremos trabalhar com especulação como inferem as formas de eficiência forte e semi-forte.

- **Eficiência na forma semi-forte**

Estabelece-se que os preços correntes dos ativos financeiros refletem toda a informação pública disponível no mercado. Nesta forma de eficiência inclui-se toda a informação pública relevante emitida. A informação histórica, seja presente ou futura, proveniente de fontes acessíveis a qualquer agente do mercado, é automaticamente incorporada no preço. Nesta informação incluem-se dados sobre o título e a informação sobre a empresa, sobre os seus concorrentes e sobre a economia. Qualquer estratégia de investimento que se baseie na análise de informação pública disponível, como por exemplo a análise fundamental, não permite a obtenção rendibilidades fora do normal (Fama, 1970).

Este tipo de teste permite testar a velocidade de ajuste dos preços dos ativos em resposta a um evento publicamente divulgado, normalmente um estudo de evento calcula a média do retorno anormal cumulativo (CAR) de ativos de interesse ao longo do tempo, de um número especificado de períodos pré-evento a um número especificado de períodos pós-evento (Fama, 1970).

Segundo os autores Eugene Fama, Fisher, Jensen, e Roll (1969) após haver desdobramento das ações, existem reações conforme as alterações dos preços. Entretanto o mercado parece aguardar as informações públicas, quando a maior parte dos acertos dos preços são feitos antes que o evento seja conhecido no mercado, com o restante adaptado rapidamente após a divulgação da notícia, concluíram então que seus resultados confirmam a HME.

- **Eficiência na forma forte**

É considerado o extremo nas formas de eficiência dos mercados. Esta forma de eficiência de mercado explica que o preço corrente dos ativos espelha toda a informação do mercado, seja pública ou privada, nenhum investidor tem acesso a informação privilegiada.

Desta feita toda a informação dos preços do mercado, estarão refletidas no preço corrente dos ativos. Logo, qualquer estratégia de investimento se baseie no estudo de informação privilegiada e estratégica das empresas também não permite ao investidor ganhos anormais.

Estes tipos de testes servem para avaliar se os investidores profissionais têm acesso privilegiado a todas as informações privadas, assim como também as públicas, se saindo vantajoso (Jensen, 1968).

Após referir de forma abrangente os três tipos de testes de hipótese de mercado, vai abaixo a tabela com toda informação simplificada, para um melhor entendimento.

Tabela 1: Testes de hipótese de mercado eficiente de Fama (1970)

Tipos de Teste	Informação Utilizada	Metodologia
Forma Fraca *(weak form efficiency).*	Informações passadas dos preços.	Testes de execução, testes de passeio aleatório.
Forma Semi-Forte *(semi-strong form efficiency).*	Informações públicas, incluindo as informações passadas dos preços.	Estudo de evento.
Forma Forte *(stronf form efficiency).*	Informações privadas e públicas.	Performance do fundo mútuo.

Fonte: Adaptado de Fama, 1970.

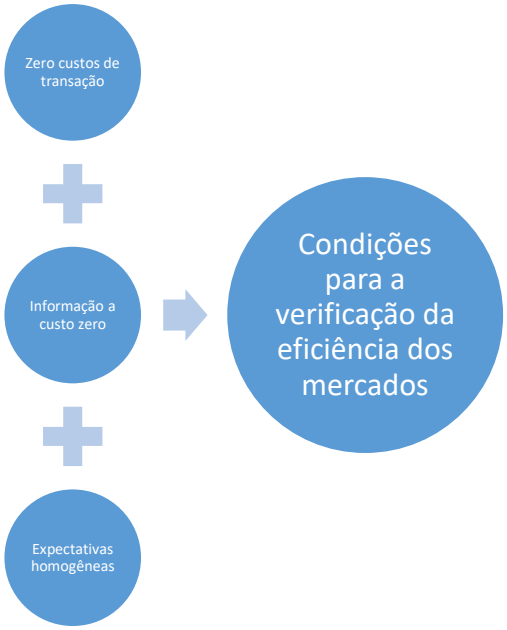
Para Fama (1970) quando os agentes do mercado descobrem novas informações e tomam decisões de comprar e de vender com bases nelas, o mercado ajustará os seus preços. A HME explica todo esse processo e tudo se passa como se o mercado tendesse para um equilíbrio, cujas condições são baseadas em expectativas de retorno dos investimentos ou teoria do rendimento esperado (*fair game*).

Nesse intuito enumerou três condições para a verificação da eficiência dos mercados, a saber:

1. Não existem custos de transação;
2. A presença de dados disponíveis, a custo zero, para todos os membros do mercado;
3. Todos os membros concordam sobre os impactos dos dados nas expectativas futuras e nos custos atuais (expectativas homogêneas).

Ou ainda como ilustra a figura abaixo:

Figura 2 Condições para a verificação da Eficiência dos mercados



Fonte: Adaptado de Fama, 1970

2.2 Outros contributos de Eugene Fama

O primeiro contacto de Eugene Fama com a Economia Financeira, deu-se na fase da sua pós-graduação, em 1950 na universidade de Tuft, Fama trabalhava para o seu professor Ernst, que trabalhava em previsão de preço dos títulos. (Delcey, 2019). Parte desse trabalho era encontrar tendências nas flutuações dos preços, se encontradas, essas tendências não seriam exploráveis de forma lucrativa. A tendência fora da amostra não resiste.

Mais tarde Fama muda-se para a Universidade de Chicago, onde participa num workshop de econometria, com, Robert, Miller e outros, sobre o comportamento dos preços do

mercado de ações. Com a orientação de Miller, ele começou um PhD usando a amostra de dados de seu ensaio na Tuft, apresentou a sua dissertação em 1964, com duas conclusões: a distribuição probabilística dos preços das ações tem cauda gorda e preço das ações as variações são quase independentes.

Em 1965, *através da sua tese, publica o seu artigo no Journal of Business* chamado *"Behavior of Stock*", e embora não seja o objetivo principal do artigo, ele apresenta pela primeira vez a noção de "Mercado Eficiente". Isto é apenas em um segundo artigo, publica no mesmo ano, intitulado "*Random walk in Stock Market Price* "no mesmo jornal (Fama 1965b), que Fama foca em EMH, neste artigo ele se concentra nos fundamentos da história da EMH, inclusive na sua conclusão ele refere o termo "Mercado eficiente", quando disse "Nós [...] vimos que uma situação onde sucessivas mudanças de preço são independentes é consistente com a existência de um "eficiente" mercado de valores mobiliários, ou seja, um mercado, quando dado o disponível informações, o preço real em cada momento representa muito boas estimativas de valores intrínsecos "(E. F. Fama, 1965).

Na EMH Fama tenta explicar que existe uma relação económica e de independência nas variações sucessivas dos preços, e como as variações de preços são quase independentes, ele diz tratar-se de uma caminhada aleatória com flutuações no mercado de ações. O Passeio aleatório é na sua opinião uma maneira de entendermos o comportamento dos preços, acrescentando que as variações do passado influenciam as variações presentes e futuras. Mais ainda assim, dados os custos elevados das transações, essas pequenas dependências não podem servir de base para se obter *lucros* (E. F. Fama, 1965).

Para Fama (1970) os testes as hipóteses de mercado consistem em metodologias usadas com a finalidade de se verificar se o mercado está em sintomia com qualquer das formas de eficiência ou caso não esteja, revela ineficiência.

Para este a eficiência, *per se*, não é testável. É necessário que exista um modelo de avaliação de ativos a fim de se saber se os preços refletem adequadamente a informação disponível num contexto de equilíbrio. Neste caso, estamos perante uma situação de hipótese conjunta onde um eventual comportamento anormal da rentabilidade dos títulos tanto pode ser por razões de ineficiência do mercado como de incapacidade do modelo

de avaliação ou ainda por razões imputáveis, em partes, à possibilidade de ineficiência e à possível inadequação do modelo (Fama, 1991).
Os pressupostos para verificação do equilíbrio são tidos como suficientes, mas não necessários já que, por exemplo, custos de transação elevados não impedem que, ao momento da transação, os preços não reflitam a informação disponível (Fama, 1970).

Ainda segundo Fama (1970), o mercado pode ser eficiente desde que um número bastante de participantes tenha acesso rápido à informação disponível e mesmo que, entre eles, não haja concordância em relação a essa informação, tal não constitui razão que chegue para que o mercado seja ineficiente. Uma vez que os preços não são definidos por consenso entre todos os intervenientes, mas por um grupo eleito de operadores que transacionam ativamente cada título. Pois que existe um grupo de analistas, arbitragistas e investidores que investem tempo e recursos à procura de títulos com preços desajustados, têm acessos a poderosas bases de dados com informação atualizada, usam técnicas e modelos evoluídos, de modo a poderem atuarem oportunamente, e são estes mesmos que ao agirem segundo o seu próprio interesse, contribuem para que os preços, celeremente, incorporem novas informações.

Fama, (1991) propôs alterações nas denominações das formas de eficiência de mercado:

- Ao invés dos testes da forma fraca, que tratavam apenas do poder das rendibilidades passadas, sugeriu testes mais abrangentes, tratando da previsibilidade de rendibilidades passados, incluindo variáveis como dividendos anuais e taxas de juros.
- Ajuste de preços diante de anúncios públicos, teve o seu título mudado para estudo de evento.
- Testes da forma forte teve seu nome alterado para testes de informações privadas, título considerado mais descritível.

2.3 Importância da hipótese de eficiência dos mercados

Os mercados financeiros são eficientes quando os preços dos ativos são estimativas não enviesadas do seu valor intrínseco, o pressuposto da eficiência dos mercados é um elemento transversal à teoria financeira (Markowitz, 1952).

Como explicado anteriormente um dos objetivos do mercado é permitir a transferência de recursos entre agentes económicos, neste sentido, é importante atender à problemática da formação dos preços que permitem a concretização ou não daquela transferência. A formação de preços de equilíbrio no mercado desempenha um papel fundamental que os agentes possam avaliar de forma correta o desempenho dos seus investimentos de acordo ao nível de risco que se vão expor, ou seja, em mercados eficientes estão presentes as condições para que cada investimento seja adequadamente remunerado. Logo, nestes mercados, os agentes económicos podem fazer escolhas ótimas em termos de investimento, promovendo a afetação dos recursos (escassos) da economia aos fins mais eficientes (Fama, 1972; Merton e Subrahmanyam, 1974).

Com base nas condições acima, torna-se difícil a obtenção de retornos supranormais (Não seria possível obter uma remuneração acima da taxa de retorno exigida para investimentos com um nível de risco semelhante) sendo praticamente eliminadas as oportunidades de arbitragem, que podem acontecer apenas em caso de ineficiência temporária dos mercados, sendo instantaneamente eliminadas (Fama,1970).

2.4 Desafios à Teoria da Eficiência dos Mercados

Finanças Comportamentais de Shiller (2003)

Uma das dificuldades fundamentais para a hipótese de eficiência dos mercados, parte da visão de paradigma neoclássica da teoria das finanças vem das partes das finanças comportamentais (*behavioral finance*). Estas críticas baseiam-se nos seguintes pontos:

- O conceito de existência de racionalidade entre os membros do mercado, que se entende que tenham a capacidade de impulsionar a utilidade esperada.
- A ideia de que os participantes do mercado são capazes de escolher nas melhores condições, toda informação disponível.

Apesar de todas as críticas, Fama justifica que as finanças comportamentais são ainda incapazes de refutar a hipótese de eficiência dos mercados (E. F. Fama e French, 1988a, 1988b).

Teoria do Caos (Lorenz, 2012)

A teoria do caos se originou da comunicação entre economistas, físicos e matemáticos, de acordo com essa teoria, os preços não seguem caminhos aleatórios, pois os preços serão gerados por um processo dinâmico não linear de causalidade entre múltiplos fatores. Cada um tem seu próprio processo de evolução temporal de causalidade. A previsão do estado futuro é realmente imprevisível, porque esses sistemas são muito instáveis e, ao longo do tempo, perturbações mínimas nas condições iniciais terão fortes consequências, questão que Edward Lorenz descreve como o chamado "efeito borboleta", o autor propôs a hipótese de que o simples bater das asas de uma borboleta no Brasil causaria um tornado no Texas[2] .

Acredita que o padrão de evolução dos preços pode ser replicado por meio de equações matemáticas, fornece suporte analítico formal para a análise, ou seja, a literatura do caos tenta registar irregularidades na evolução dos preços[3].

Esta teoria do caos parte do pressuposto de que os preços não evoluem segundo um padrão estável e que os investidores não são propriamente racionais, nem as suas expectativas são homogéneas.

Distribuição assimétrica da informação (Akerlof *et al.*, 2007)

O facto de os agentes económicos estarem desigualmente informados pode constituir um fator impeditivo do funcionamento eficiente dos mercados. Este problema informacional tem a sua génese na relação contratual que se estabelece entre os vários agentes económicos e na forma como estes se comportam no mercado.

O acesso a informação perfeita e completa é uma condição necessária para a eficiência dos mercados. Na presença de assimetria na distribuição da informação entre as partes contratantes, podem ocorrer comportamentos oportuníssimos pela parte superiormente

[2] O argumento é o de que a borboleta, com o seu bater de asas irá provocar uma pequena alteração das condições do sistema, cujas consequências causarão uma cadeia de acontecimentos cujo desfecho poderá resultar num fenómeno de larga escala.

[3] A presença de caos em séries temporais pode ver verificada pela existência de atractores.

informada em que esta procura beneficiar economicamente à custa da contraparte. Num contrato de compra e venda de ativos financeiros, o facto de as partes envolvidas, por exemplo emitente e investidor, não disporem de um conhecimento simétrico das rendibilidades.

Neste caso estaremos perante um comportamento de *adverse selection* ou de *hidden characteristic*[4]. Quando, após a celebração do contrato, a parte superiormente informada se envolve em ações que alteram as características de risco e de retorno do ativo contratado, as quais não revelou anteriormente − que a contraparte desconhecia e às quais não pode adaptar os termos do contrato. Qualquer um destes dois tipos de comportamento é incompatível com o postulado da eficiência dos mercados.

Após a celebração do contrato, quando o superior informado toma medidas para alterar as características de risco e retorno dos ativos do contrato, a outra parte conhece a outra parte e não pode se adaptar às seguintes condições: contrato-promover transferência de valor para obter seus benefícios, existe risco moral ou sexo oculto. Nenhum desses dois comportamentos está de acordo com a suposição de eficiência do mercado.

[4]No mercado existe uma distribuição desigual da informação em relação ao mercado dos automóveis usados, um determinado comprador pode ter preferência determinado estado de conservação de uma viatura, neste caso se depara com um problema de escolha (*selection problem*), ao passo que essa informação é detida pelo vendedor, o qual ao não se revelar cria um incentivo para beneficiar a si próprio, ao vender o carro por um preço superior ao seu valor correto, atendendo atentas as suas características e estado.

3 Dados e Metodologia

Neste capítulo procuramos abordar alguns conceitos elementares, regularidades estatísticas inerentes a séries financeiras, métodos e instrumentos de análise estatística e econométrica utilizadas na dissertação, visando a análise de eficiência do mercado financeiro em Portugal. E para tal o subdividimos em dois pontos, sendo que primeiramente apresentamos as fontes dos dados e as variáveis, em seguida métodos e instrumentos de análise estatística e econométrica.

3.1 Dados e Caracterização das Variáveis

No âmbito da elaboração desta investigação, definiu-se um período de forma a incorporar a pandemia global de 2020, ou seja, o período de 31 de dezembro de 2019 a 8 de outubro de 2020. No que respeita os dados, importa referir que os dados utilizados para a investigação foram os prices index (diários) dos mercados de ações das variáveis analisadas, recolhidos na plataforma *Thomson Reuters*, estando as cotações em moeda local, para mitigar distorções nas taxas de câmbio.

As séries de tempo utilizadas incidirão sobre as seguintes variáveis, a saber:

- EDP (inserido no mercado Euronext Lisbon);
- PSI 20 (índice das 20 empresas mais líquidas do mercado Euronext Lisbon);
- Setor energético português (inserido no mercado Euronext Lisbon);
- Yields das obrigações da EDP a 10 anos (mercado de dívida);
- OT´s Soberanas de Portugal a 10 anos (mercado de dívida).

<u>A EDP</u>

Segundo o relatório e contas de 2018 o Grupo EDP é uma empresa que se destaca entre as grandes operadoras europeias no setor da energia, sendo um dos maiores operadores energéticos da Península Ibérica, o maior grupo industrial a atuar em Portugal e o 3º produtor a nível mundial de energia eólica. A empresa rege-se pela cultura de valores, sustentabilidade e compromissos com os seus clientes, recursos humanos e com o meio ambiente.

As principais unidades de negócio do Grupo EDP são, a produção, comercialização e distribuição de eletricidade em Portugal e em Espanha, como ilustra a figura abaixo:

Figura 3: Unidades de Negócio do Grupo EDP

Fonte: Relatório e Contas Grupo EDP 2018.

A EDP reportou 16,88 bilhões de euros em dívida no terceiro trimestre fiscal de 2020, o gráfico abaixo explica melhor a trajetória desta empresa ao longo do tempo.

Figura 4: Dívida da EDP em Bilhões de Euros para 10 anos

Fonte: tirado de *https://pt.tradingeconomics.com*

O PSI 20

O índice de ações português PSI 20 é um índice de referência do mercado de ações que acompanha o desempenho das 20 empresas com maior capitalização de mercado e volume de negócios na Bolsa de Valores Euronext Lisboa. É um índice ponderado de capitalização livre. O Índice PSI 20 tem um valor base de 3000 a partir de 31 de dezembro de 1992 (*https://pt.tradingeconomics.com*).

Figura 5:Volume de negociação do PSI 20

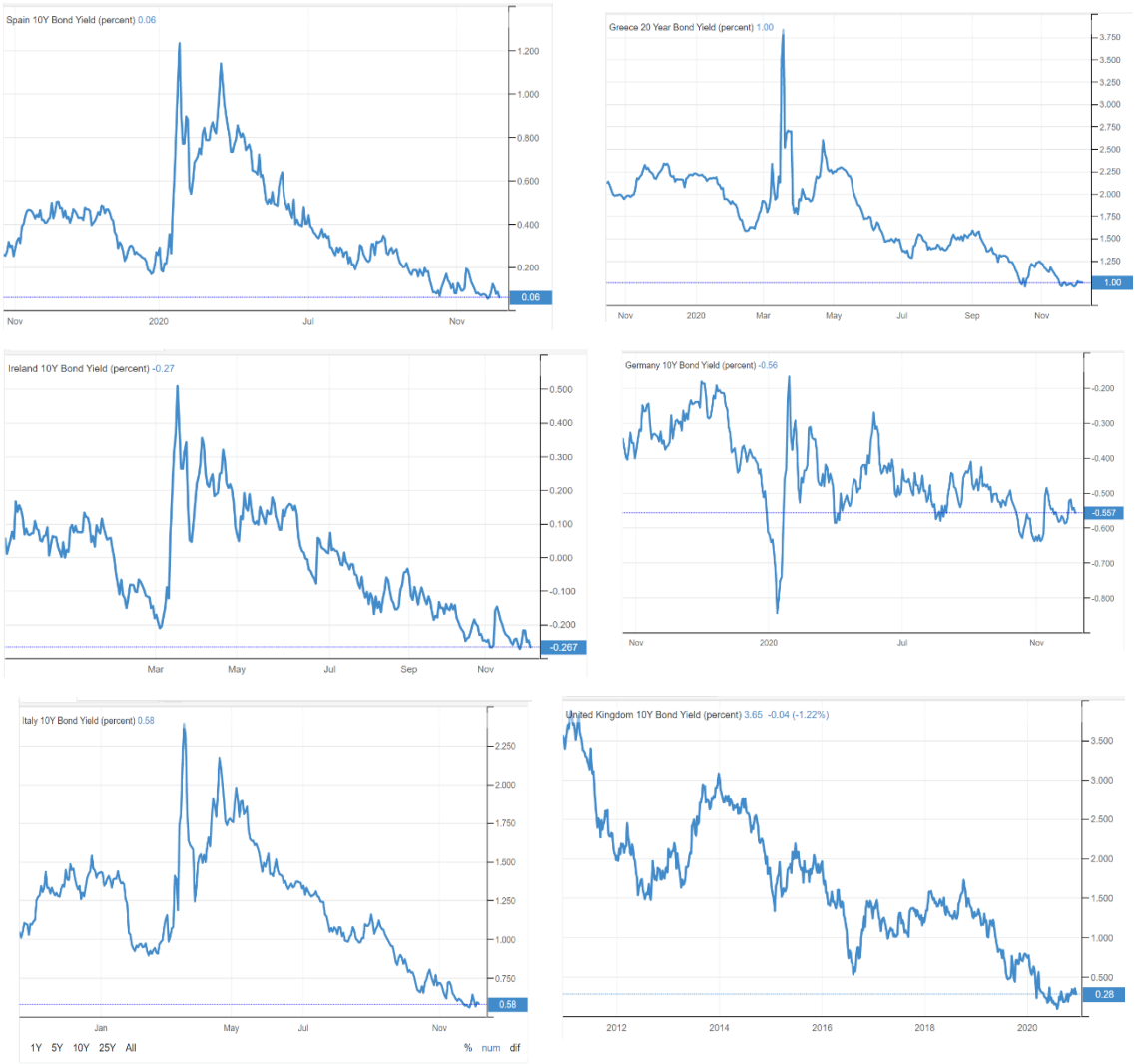
Fonte: tirado de *https://pt.tradingeconomics.com*

O PSI 20 reduziu para 563 pontos ou 10,69% desde o início de 2020, de acordo com a negociação de um contrato de diferença (CFD) que acompanha este índice de referência de Portugal (*https://pt.tradingeconomics.com*).

Título de Dívida Soberana de Portugal

Normalmente um título do governo é emitido por um governo nacional e é denominado na moeda da própria do país. Nessa senda, os títulos emitidos por governos nacionais em moedas estrangeiras são conhecidos como títulos soberanos. O rendimento exigido pelos investidores para emprestar fundos aos governos reflete as expectativas de inflação e a possibilidade de a dívida vir a ser paga.

Figura 6: Evolução das yields das OT Soberanas (10YR) de alguns países da Europa.



Fonte: tirado de *https://pt.tradingeconomics.com*

Segundo o site https://*pt.tradingeconomics.com*, em termos de dívidas soberanas os países acima tiveram a seguinte apresentação:

- Portugal 10Y *Bond Yield* foi de 0,03% na segunda-feira, 7 de dezembro, de acordo com as cotações de rendimento interbancário *over-the-counter* para este vencimento de títulos públicos.
- O rendimento dos títulos da Irlanda 10Y foi de -0,27% na segunda-feira, 7 de dezembro, de acordo com as cotações de rendimento interbancário *over-the-counter* para este vencimento de títulos públicos.

- O rendimento dos títulos do Reino Unido 10Y foi de 0,30% na segunda-feira, 7 de dezembro, de acordo com as cotações de rendimento interbancário *over-the-counter* para este vencimento de títulos públicos.
- O rendimento dos títulos da Alemanha 10Y foi de -0,56% na segunda-feira, 7 de dezembro, de acordo com as cotações de rendimento interbancário *over-the-counter* para este vencimento de títulos públicos.
- Grécia 10Y Bond Yield foi de 0,64 por cento na segunda-feira 7 de dezembro, de acordo com as cotações de rendimento interbancário *over-the-counter* para este vencimento de títulos públicos
- Espanha 10Y Bond Yield foi de 0,06 por cento na segunda-feira 7 de dezembro, de acordo com as cotações de rendimento interbancário *over-the-counter* para este vencimento de títulos públicos
- O rendimento dos títulos da França 10Y foi de -0,34% na segunda-feira, 7 de dezembro, de acordo com as cotações de rendimento interbancário *over-the-counter* para este vencimento de títulos públicos.
- Itália 10Y Bond Yield foi de 0,58 por cento na segunda-feira 7 de dezembro, de acordo com as cotações de rendimento interbancário *over-the-counter* para este vencimento de títulos públicos.

Com base nos gráficos acima, conseguimos verificar que houve uma redução dos rendimentos dos títulos de dívida nos países acima, e pode se concluir que dentre estes países Portugal apresenta um dos rendimentos dos títulos mais baixos.

Setor Energético Português

A EDP, não obstante, ser a proprietária das redes de distribuição de energia, sofre uma considerável vertente competitiva, diante das outras empresas que atuam na aérea, como podemos ver na figura abaixo:

Figura 7: Setor energético de Portugal

	Capitalização de Mercado	Mudar		Data
Acciona	5340295169.55	▲	13714163.25	Mar/31
Centrica	225008615.085	▲	3321382.833	Jun/30
E.ON	2645280778.2	▲	151611699.12	Jun/30
Edp	16636031845.34	▲	1095746556.59	30 de setembro
Endesa	23218433925.8	▲	2604530207.8	Jun/30
Enel	78059768625.4	▲	13613184447.7	Jun/30
Galp	7945542493.18	▼	70781309.62	Jun/30
Gás Natural	16301983348.5	▲	442854965.7	Jun/30
Ren	1621274766.66	▲	73391038.82	Jun/30
Rwe	1912473247.389	▲	580007751.056	Jun/30
Snam	14713240529.9	▲	441329319	Jun/30
Terna Rete Elettrica Nazionale	12297131056	▲	699477216	Jun/30

Fonte: tirado do site *https://pt.tradingeconomics.com*

Com base na figura acima, podemos verificar que a EDP esta entre as cinco empresas do setor com maior capitalização de mercado.

Contudo, podemos verificar na tabela 2 de forma sucinta as variáveis utilizadas na investigação.

Tabela 2 Países e os seus índices utilizados na investigação.

Index	Country
EDP (PRICE INDEX)	PORTUGAL
EDP (BOND 10YR)	PORTUGAL
PSI 20	PORTUGAL
PORTUGAL (BOND 10YR)	PORTUGAL
SETOR ENERGÉTICO PORTUGAL	PORTUGAL

Fonte: Elaboração Própria

Atendendo o disposto, é imperativo realçar a escolha da empresa EDP, por ser uma das maiores empresas portuguesas no cenário regional europeu, pertencendo ao índice bolsista EUROSTOXX 50, ou seja, às 50 empresas mais líquidas da Europa. A EDP é uma empresa que apresenta caraterísticas monopolistas, apesar de terem entrado outros concorrentes no mercado, todavia as redes de distribuição são da EDP, sendo também uma empresa interessante do ponto de vista de diversificação para análise financeira.

3.2 Métodos e Instrumentos de Análise Estatística e Econométrica

O desenvolvimento da investigação decorreu ao longo de diversas etapas. Tal como referiu-se no início do capítulo, para a realização da presente investigação, recorreu-se a diversos métodos de análise estatística, econométrica e econofísica, nomeadamente:

- A estatística descritiva para caracterizar as amostras. Essas estatísticas usam várias técnicas para descrever e sintetizar os dados de uma determinada amostra. Medidas de tendência central são utilizadas como a média, e as medidas de variabilidade incluem desvio padrão, assimetria e curtose;
- O teste de aderência de Jarque e Bera (1980) ⟶ Analisar se os dados seguem uma distribuição normal;
- Os gráficos de distribuições e de quantis ⟶ Validar o teste de Jarque e Bera (1980);
- O teste de Clemente et al., 1998) ⟶ Percebermos onde houveram as quebras de estrutura;
- O *Detrended Fluctuation Analysis* (*DFA*) ⟶ Verificar a autocorrelação nas séries temporais, ou seja, essa metodologia analisa a dependência temporal entre as séries de dados não estacionários;
- Gregory e Hansen (1996) ⟶ Testar a integração com variações de regime.
- O coeficiente de correlação cruzada sem tendência de Zebende (2011) ⟶ Analisar a correlação cruzada entre séries temporais não estacionárias.

3.2.1 Teste de aderência de Jarque e Bera (1980)

A fim de avaliarmos a normalidade dos resíduos do modelo estimado, podem ser utilizados vários testes estatísticos, no presente trabalho, o teste escolhido é o teste de Jarque-Bera, que é um teste fácil de compreender em termos de execução, uma vez que depende de dois parâmetros; assimetria e curtose, que podem ser calculados a partir de dados históricos.

Deste modo quando na presença de não normalidade das distribuições, o teste de JB apresenta uma baixa probabilidade de indicar a normalidade, ou seja, pode-se cometer o Erro Tipo II, onde se aceita a hipótese de normalidade quando a hipótese alternativa de não normalidade é a verdadeira.

Contudo para o cálculo do referido teste (Jarque e Bera) utilizamos a seguinte fórmula, que segue uma distribuição do qui quadrado com dois graus de liberdade:

$$JB = n\left[\frac{s^2}{6} + \frac{(k-3)^2}{24}\right] \qquad 1$$

Onde,

n; número de observações ou dimensão da amostra;
s; representa o coeficiente de assimetria
k; o coeficiente de *kurtosis.*

O limite determina-se a partir do nível de significância pré-estabelecido, partindo da ideia de que o teste segue a distribuição qui-quadrado (x^2).

Numa distribuição normal *s e k* têm os valores 0 e 3 respetivamente. Então o teste JB tem como hipótese nula conjunta s=0 e k=3.

3.2.2 Teste de raízes unitárias de Clemente et al. (1998)

O teste de Clemente et al. (1998) prevê a ocorrência de duas quebras estruturais considerando dois tipos de eventos: *outliers* aditivos (AO) ou inovativos (IO). Os eventos AO dedicam-se a mudanças bruscas nas séries, ao passo que os eventos IO avaliam uma mudança gradual na média das séries.

A hipótese nula testada por Clemente et al. (1998) é dada pela seguinte expressão:

$$H_0: y_t = y_{t-1} + \delta_1 DTB_{1t} + \delta_2 DTB_{2t} + u_t \qquad 2$$

A hipótese alternativa é dada por:

$$H_1: y_t = \mu + d_1 DU_{1t} + d_2 DTB_{2t} + e_t \qquad 3$$

A dummy DTB_{it} representa uma variável de pulso assumindo um valor de 1 se $t = TB_i + 1 (i = 1,2)$ e 0 em caso contrário.

Temos ainda que $DU_{it} = 1$ se $t > TB_i$ para $(i = 1,2)$ e 0 no caso inverso.

Caso $DU_{it} = 1$ se $t > TB_1$ para $i = 1,2$ e 0 no caso contrário, onde TB_1 e TB_2 são os períodos quando a média é modificada.

Os autores explicam que $TB_i = \lambda_i T$ $(i = 1,2)$ intervala entre $0 < \lambda_i < 1$ $\lambda_2 > \lambda_t$.

3.3 A metodologia Detrended Fluctuation Analysis (DFA)

A metodologia *Detrended Fluctuation Analysis* (*DFA*) é um método de análise que examina a dependência temporal em séries de dados não estacionários. Esta técnica ao assumir que as séries temporais são não estacionárias evita resultados espúrios quando a análise incide sobre as relações das séries de dados no longo prazo. A *Detrended Fluctuation Analysis* apresenta a seguinte interpretação: $0 < \alpha < 0,5$: série anti persistente; $\alpha = 0,5$ série apresenta *random walk;* $0,5 < \alpha < 1$ série persistente. A função desta técnica é examinar a relação entre os valores x_k e x_{k+t} em diferenciados momentos (Dias, da Silva, e Dionísio, 2019; Dias, Heliodoro, e Alexandre, 2020; Dias, Heliodoro, Alexandre, Santos, e Farinha, 2021).

Considere-se um conjunto de dados x_k, com $k = 1, \ldots, t$ observações equidistantes. O primeiro passo da *DFA* é a construção de uma nova série:

$$x(t) = \sum_{k=1}^{t} x_k \qquad 4$$

O segundo passo compreende em obter a tendência $z(t)$ de cada fração, através do método dos mínimos quadrados, obtendo-se a série subtraída da tendência (*detrended*), ou seja:

$$x_s(t) = x(t) - z(t) \qquad 5$$

A aplicação originária assume que a tendência presente em cada uma das caixas é uma tendência linear, ou seja $Z(t) = at + b$ sendo que as aplicações subsequentes indicam que é provável conter outras tendências polinomiais, (Kantelhardt, Koscielny-Bunde, Rego, Havlin, and Bunde, 2001). Para cada caixa obtém-se o valor da equação da tendência pelo método dos mínimos quadrados e posteriormente estima-se a raiz do desvio quadrado médio entre as séries $x(t)$ e $Z(t)$, sendo a função da *DFA* dado por

$$F(s) = \sqrt{\frac{1}{2N} \sum_{t=1}^{2N} [x_s(t)]^2} \qquad 6$$

Estimando a média de $F(s)$ para todas as caixas centralizadas em s gera-se o valor das flutuações $\langle F\ (s) \rangle$, em função de s. Esta estimação será repetida para todos os valores distintos de s, esperando-se um processo de uma power-law, ou seja,

$$\langle F\ (s) \rangle \sim s\alpha^{\alpha} \qquad 7$$

3.3.1 Testes de Cointegração Gregory e Hansen (1996)

Neste estudo iremos utilizar a metodologia de Gregory e Hansen (1996), para testar a integração entre as variáveis com mudança de regime, neste estudo os autores preocuparam-se com um modelo geral de teste, em que o vetor de cointegração varia com o tempo. O teste desenvolvido por Gregory e Hansen (1996) é considerado um complemento do teste ADF, também se poderá afirmar, na óptica econométrica, como uma versão multivariada do teste de Zivot e Andrews (1992). Segundo os autores, a existência de quebras estruturais pode levar ao erro de aceitação da hipótese nula de não

cointegração e, portanto, inexistência de qualquer tipo de relação de longo prazo entre variáveis $I(1)$. Basicamente este teste subdivide-se em quatro modelos, tais como:

Modelo 1: Cointegração Standard

$$y_{1t} = \mu + x\, y_{2t} + e_{t,} \qquad 8$$

$t = 1, \dots, n,$

onde y_{2t} é I (t) e e_t é I (0). Neste modelo os parâmetros μ e α descrevem a dimensão m para qual o processo vetorial y_t tende ao longo do tempo.

Se o modelo 1 é serve para avaliar a relação de longo prazo, vamos querer considerar μ e α como tempo-invariante.

Modelo 2: Deslocamento de nível (C)

$$y_{1t} = \mu_1 + \mu_2\, \varphi_{t\tau} + \alpha\, y_{2t} + e_{t,} \qquad 9$$

$\mathrm{t} = 1, \dots, \mathrm{n}$

μ_1:interceção antes da mudança

μ_2:mudança na interceção *t* o tempo da mudança.

Também podemos introduzir uma tendência temporal no modelo de mudança de nível.

Modelo 3: Mudança de nível com tendência (C/T)

$$\mathrm{y_{1t}} = \mu_1 + \mu_2\varphi_{t\tau} + \beta t + \mathrm{x^t y_{2t}} + \mathrm{e_{t,}} \qquad 10$$

$\mathrm{t} = 1, \dots, \mathrm{n}.$

Tendo em conta outra mudança estrutural, permite que o vetor de inclinação mude. Havendo assim uma relação de equilíbrio seja gerida de uma forma eficiente, assim como o deslocamento paralelo. Este modelo é definido como sendo um modelo de mudança de regime.

Modelo 4: Mudança de regime (C/S)

$$\mathrm{y_{1t}} = \mu_1 + \mu_2\varphi_{t\tau} + \mathrm{x_1^T y_{2t}} + \mathrm{x_2^T y_{2t}}\varphi_{t\tau} + \mathrm{e_{t,}} \qquad 11$$

$t = 1, \dots, n$

μ_1 e μ_2: s modelo de deslocamento de nível

α_1: coeficientes de inclinação cointegrante antes do deslocamento de regime,

α_2: mudança nos coeficientes de declive.

As distribuições destas estatísticas baseiam-se em movimentos Brownianos, embora a obtenção de valores críticos dependa de métodos de simulação.

3.3.2 Coeficiente de correlação cruzada sem tendência de Zebende (2011)

O coeficiente de correlação cruzada sem tendência de Zebende (2011) é um método para quantificar o nível de correlação cruzada entre duas séries temporais não estacionárias. O coeficiente é baseado nos métodos DFA de Peng *et al.* (1994) e DCCA de Podobnik e Stanley (2008).

Assim, para um melhor entendimento do ρDCCA, apresentaremos o seu algoritmo em cinco etapas, a saber:

Etapa 1: Considerando duas séries temporais, x_t e y_t, com *t = 1, 2, 3, N* (*N* é o tamanho das séries temporais). Então integra-se essas séries temporais, obtendo duas novas séries

$$xx_k = \sum_{t=1}^{k} x_t \text{ e } yy_k = \sum_{t=1}^{k} y_t \qquad 12$$

Etapa 2: Dividiu-se as duas séries integradas, xx_k e yy_k em (*N* - *s*) caixas sobrepostas de igual comprimento s, com

$$4 \leq s \leq \frac{N}{4} \qquad 13$$

Etapa 3: Calcula-se a tendência local de cada caixa pelo ajuste dos mínimos quadrados de cada série, $xP_i(k)$ e $yP_i(k)$. Em seguida, calculamos a covariância dos resíduos em cada caixa por:

$$f_{xy}^2(s,i) = \frac{1}{(s+1)} \sum_{k=1}^{i+s} \left(xx_k - xP_i(k)\left(yy_k - yP_i(k)\right)\right) \qquad 14$$

Etapa 4: As médias sobre todas as N-s, caixas sobrepostas são calculadas para obter uma nova função covariância:

$$F_{xy}^2(s) = \frac{1}{(N-s)} \sum_{i=1}^{N-s} f_{xy}^2\,(s,i) \qquad 15$$

Etapa 5: Finalmente, calcula-se o coeficiente de correlação cruzada ρDCCA por:

$$\rho DCCA(s) = \frac{F_{xy}^2(s)}{F_{xx}(s)F_{yy}(s)} \qquad 16$$

Como pode-se constatar, o coeficiente de correlação cruzada depende do comprimento da caixa s (escala temporal), este coeficiente pode medir as correlações entre duas séries temporais não estacionárias em diferentes escalas temporais.

O coeficiente de correlação cruzada DCCA varia dentro do intervalo $-1 \leq \rho DCCA \leq 1$

1: correlação cruzada perfeita;

-1: anti correlação cruzada perfeita;

0: não existe correlação.

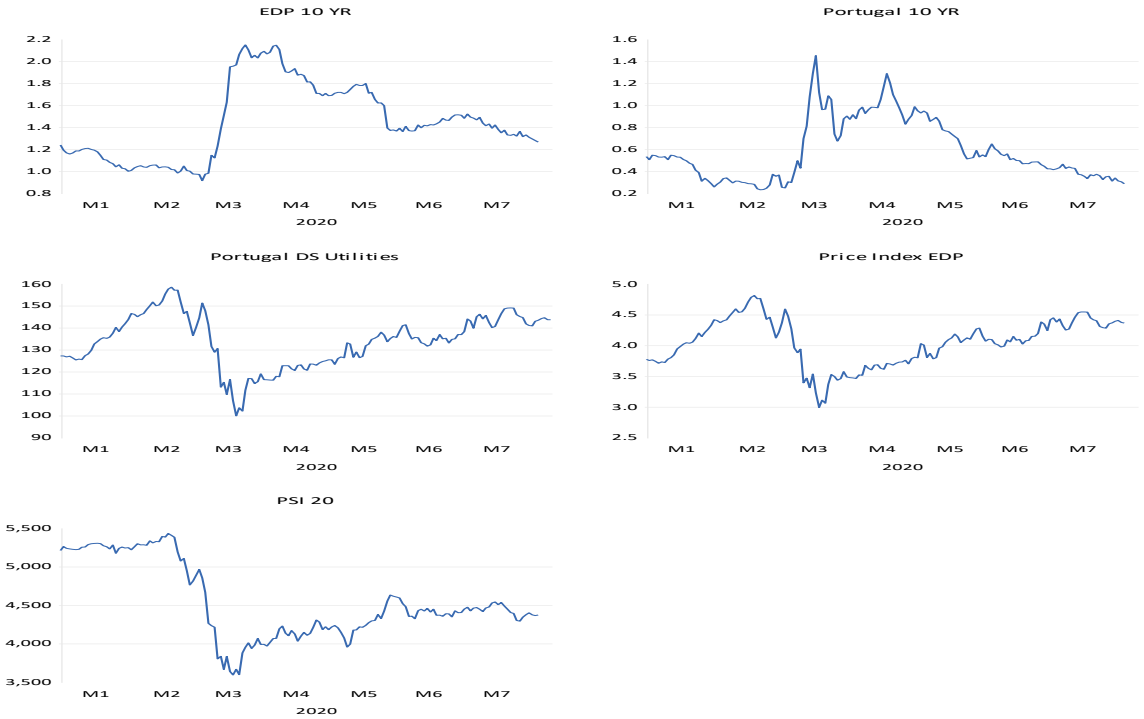
Assim sendo, nesta dissertação analisaremos a correlação cruzada entre os diversos mercados em estudo, através de uma relação entre os expoentes α_{DFA} e λ_{DCCA} . Para um melhor entendimento desta metodologia veja Vassoler e Zebende (2012), M. F. Da Silva et al. (2016), Hussain, Zebende, Bashir, e Donghong (2017), Zebende, Dias, e Aguiar (2020), Dias et al. (2021)**.**

4 Apresentação e Discussão dos Resultados Obtidos

Este capítulo tem por objetivo analisar os resultados obtidos a partir dos testes estatísticos efetuados desenvolvidos na parte precedente desta investigação. Os preços e a respetiva volatilidade dos ativos financeiros variam muito ao longo do tempo. Havendo assim períodos em que os preços são mais estáveis, ou até mesmo com divergências acentuadas, e noutros não. As distribuições empíricas das taxas de rendibilidade também têm as suas caraterísticas, tais como assimetrias, clusters de volatilidade e formas leptocúrticas.

A **figura 8** mostra a evolução dos mercados de ações e de dívida de Portugal e da EDP, em níveis, no período de 31 de dezembro de 2019 a 08 de outubro de 2020. Como podemos constatar este período amostral compreende a primeira vaga da pandemia global de 2020, e podemos constatar a existência de volatilidade extrema no primeiro trimestre de 2020, o que causa quebras acentuadas nos mercados financeiros em analise.

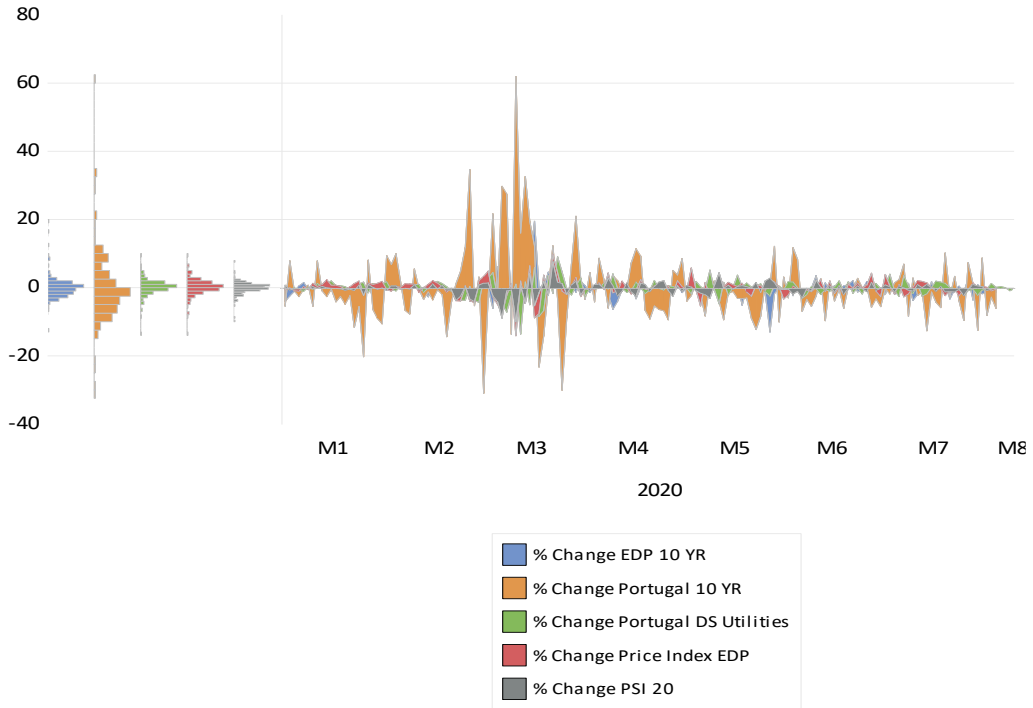
Figura 8: Evolução, em níveis dos 5 mercados financeiros, no período de 31 de dezembro de 2019 a 08 de outubro de 2020.



Fonte: Elaboração Própria.
Notas: *DataStream:* 156 dados de tempo.

A **figura 9** mostra as evoluções, em % das diferenças, dos mercados de ações e de dívida de Portugal e da EDP. Em todas as séries assinala-se uma dispersão relativamente elevada em torno da média, assim como um comportamento relativamente sincronizado entre as séries de dados. Através da análise gráfica observa-se a existência de uma volatilidade elevada, especialmente nos meses de fevereiro e março de 2020.

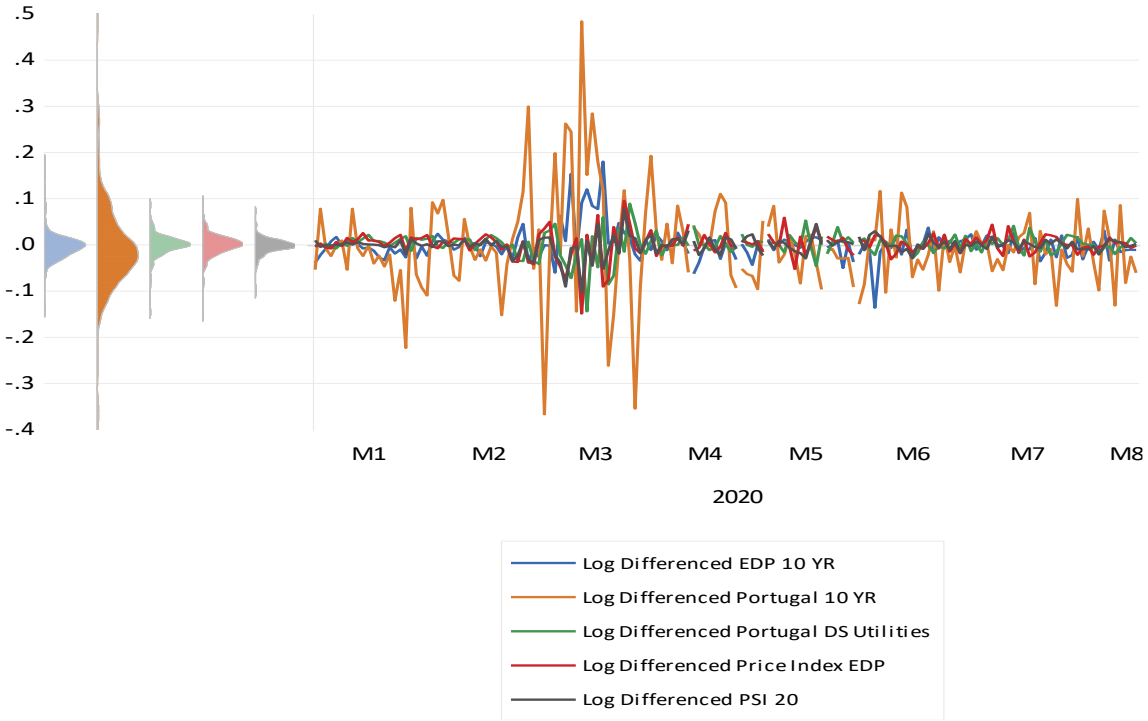
Figura 9: Evolução, em % das diferenças, dos 5 mercados financeiros, no período de 31 de dezembro de 2019 a 08 de outubro de 2020.



Fonte: Elaboração Própria.
Notas: *DataStream:* 155 dados de tempo.

A figura **10** sugere que estes índices apresentam padrões de comportamento muito semelhante durante o período amostral e que estes foram fortemente afetados pela pandemia global de 2020. Os valores dos índices sofreram fortes variações ao longo dos meses estudados. Porém apesar das fortes variações, as rendibilidades apresentam características de estacionariedade na média, dando a primeira indicação de que as séries possam ser estacionárias. Por outro lado, a análise gráfica permite também verificar a existência de um período *bear market* entre os meses de fevereiro e abril de 2020, caracterizado por uma queda acentuada devido á evolução da pandemia global de 2020. Adicionalmente, através da densidade de *Kernel* podemos verificar que as OT Soberanas de Portugal (10YR) apresentam uma volatilidade extrema (-4; 5), enquanto as Obrigações da EDP (10 YR) apresentam também uma densidade entre -1,5 a 2. Estes achados permitem evidenciar que os mercados de dívida reagiram negativamente à evolução da pandemia global de 2020, quando comparado com o mercado de ações PSI 20, índice setorial energético da Euronext Lisbon, assim como com as flutuações das ações da EDP.

Figura 10: Evolução, em primeiras diferenças, dos 5 mercados financeiros, no período de 31 de dezembro de 2019 a 08 de outubro de 2020.



Fonte: Elaboração Própria.
Notas: *DataStream:* 155 dados de tempo.

A Tabela 3 mostra as principais estatísticas descritivas das rendibilidades dos cinco mercados financeiros, bem como o teste de aderência de Jarque-Bera. As análises das estatísticas descritivas permitem aferir que as rendibilidades, apresentam médias diárias positivas, com exceção feita ao mercado bolsista PSI 20 (-0.001132) e as yields soberanas de Portugal (-0.004008). O mercado de dívida soberana portuguesa (0.102220) apresenta o maior desvio-padrão, enquanto as obrigações da EDP a 10 anos apresentam o nível de curtose e de assimetria mais elevados. Adicionalmente, os coeficientes de assimetria e de curtose são estatisticamente diferentes dos de uma distribuição normal essa evidencia é corroborada pelo teste de Jarque-Bera onde a rejeição da hipótese nula é rejeitada com uma significância de 1%.

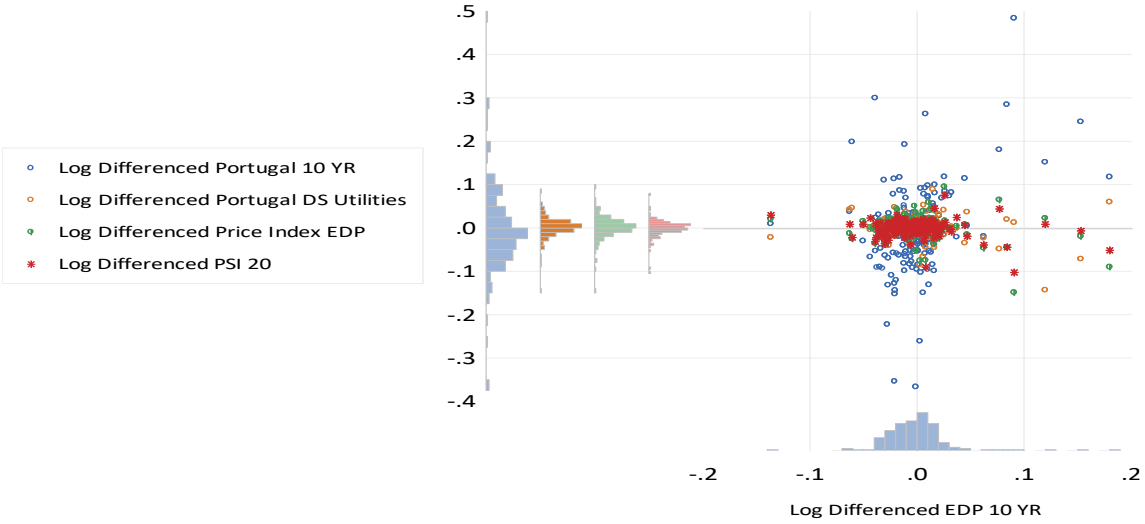
Tabela 3: Estatísticas descritivas, em rendibilidades dos 5 mercados financeiros, no período de 31 de dezembro de 2019 a 08 de outubro de 2020.

	Obrigações EDP (10YR)	Obrigações PT (10YR)	Índice setorial	EDP	PSI 20
Mean	0.000135	-0.004008	0.000774	0.000940	-0.001132
Std. Dev.	0.033473	0.102220	0.025194	0.026729	0.019343
Skewness	1.669289	0.608094	-1.377193	-1.282833	-1.298431
Kurtosis	12.51146	7.801034	10.94610	10.37153	11.09842
Jarque-Bera	656.2572***	158.4168***	456.7794***	393.4557***	467.1192***
Sum	0.020954	-0.621174	0.119989	0.145749	-0.175456
Sum Sq. Dev.	0.172552	1.609121	0.097750	0.110023	0.057621
Observations	155	155	155	155	155

Fonte: Elaboração Própria.
Nota: ***, **, *, representam significância a 1, 5, e 10%, respetivamente.

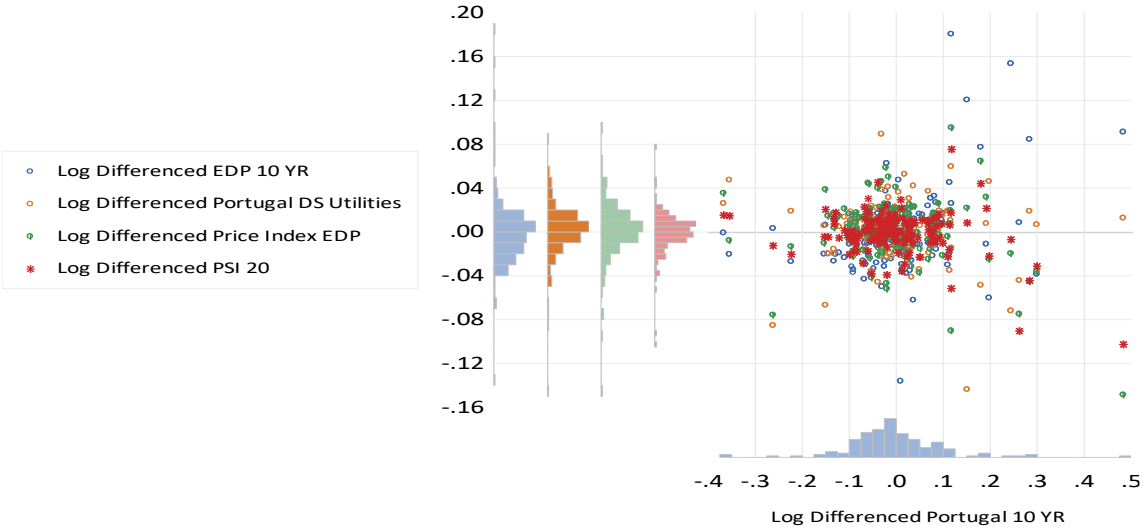
Nas figuras 11, 12, 13, 14 e 15 podemos observar as distribuições das variáveis em analise e podemos verificar a presença de observações extremas, o que valida que as séries temporais não seguem uma distribuição normal. Os testes de estabilidade realizados aos resíduos dos mercados financeiros em analise permitem aferir a existência de distúrbios na variância. Adicionalmente, ao examinar os gráficos e os limites de probabilidade de 95% verificamos a existência da violação dos limites das probabilidades, assim sendo, as séries temporais evidenciam um comportamento instável.

Figura 11: Gráfico de distribuição da série temporal Obrigações EDP (10YR), no período de 31 de dezembro de 2019 a 08 de outubro de 2020.



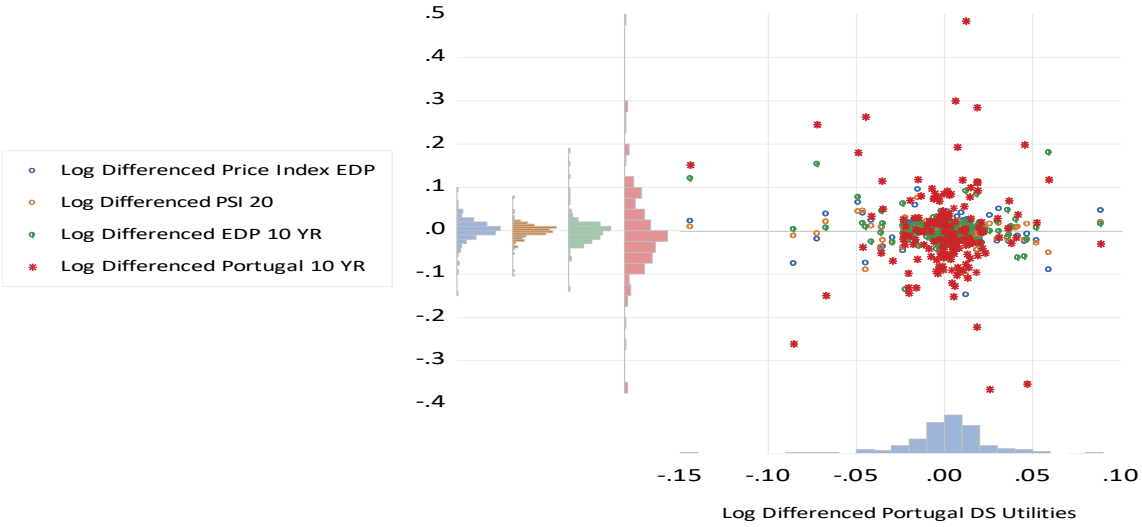
Fonte: Elaboração Própria.
Notas: *DataStream:* 155 dados de tempo.

Figura 12: Gráfico de distribuição da série temporal OT de Portugal (10YR), no período de 31 de dezembro de 2019 a 08 de outubro de 2020.



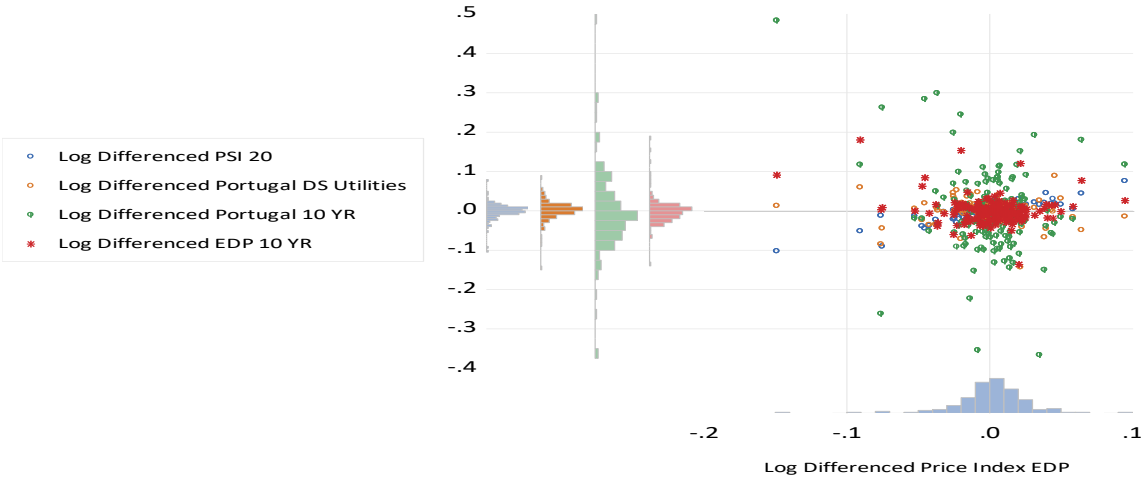
Fonte: Elaboração Própria.
Notas: *DataStream:* 155 dados de tempo.

Figura 13: Gráfico de distribuição da série temporal Setor Energético da Euronext Lisbon, no período de 31 de dezembro de 2019 a 08 de outubro de 2020.



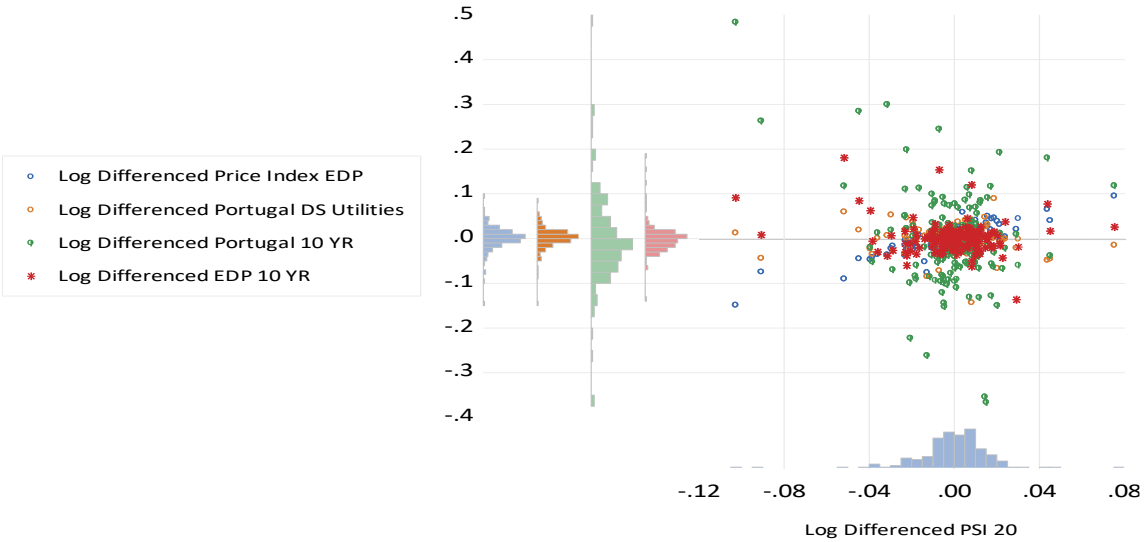
Fonte: Elaboração Própria.
Notas: *DataStream:* 155 dados de tempo.

Figura 14: Gráfico de distribuição da série temporal, ações da EDP da Euronext Lisbon, no período de 31 de dezembro de 2019 a 08 de outubro de 2020.



Fonte: Elaboração Própria.
Notas: *DataStream:* 155 dados de tempo.

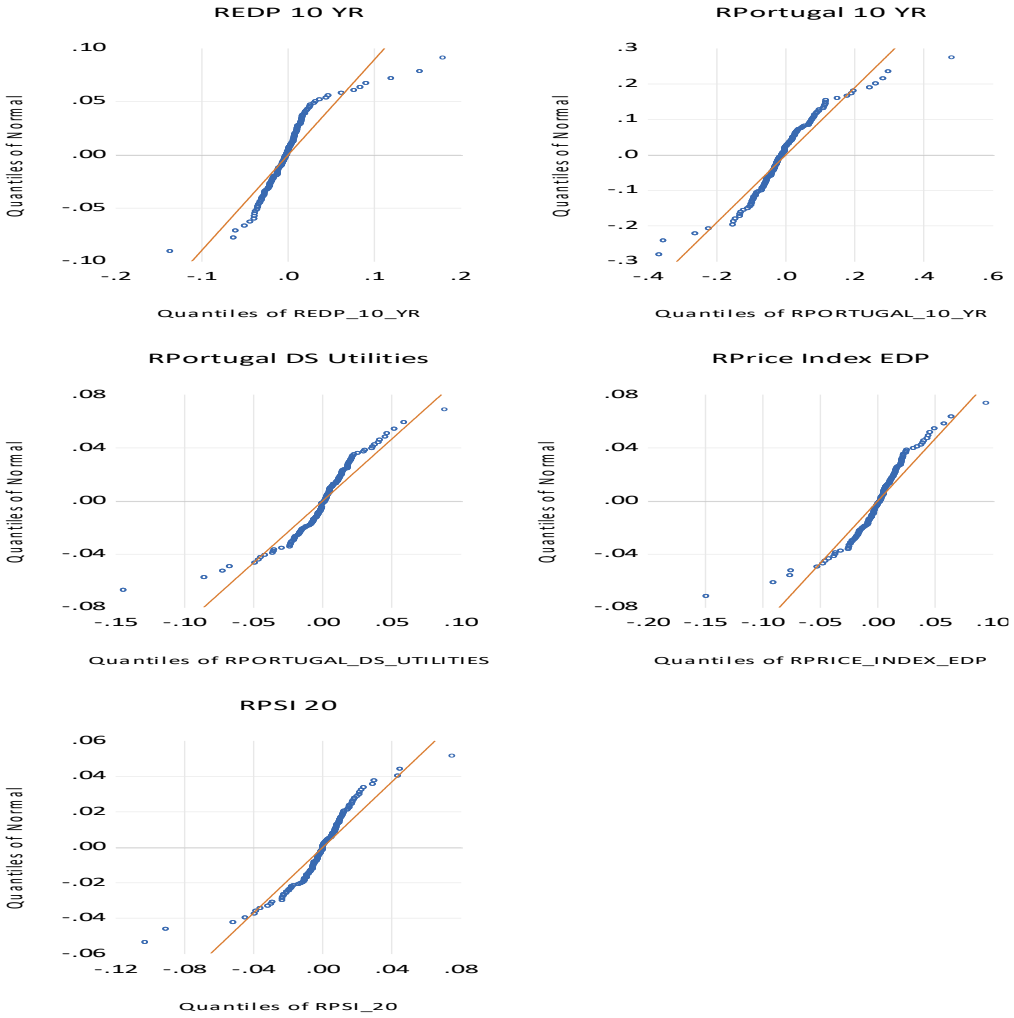
Figura 15: Gráfico de distribuição da série temporal do PSI 20 da Euronext Lisbon, no período de 31 de dezembro de 2019 a 08 de outubro de 2020.



Fonte: Elaboração Própria.
Notas: *DataStream:* 155 dados de tempo.

Na figura 16 podemos observar os gráficos de quantis e podemos aferir que a distribuição das taxas de rendibilidades são leptocúrticas e assimétricas ou enviesadas. A distribuição é leptocúrtica porque o gráfico tem a forma de "S", sobre a reta de 45º, e é assimétrica porque o "S" não é simétrico sobre a reta, evidenciando a existência de relações, ou componentes não lineares.

Figura 16: Gráficos de quantis das taxas de rendibilidades, respeitantes aos 5 mercados financeiros, no período de 31 de dezembro de 2019 a 08 de outubro de 2020.



Fonte: Elaboração Própria.
Notas: *DataStream:* 155 dados de tempo.

A **tabela 4** mostra os resultados dos testes de raízes unitárias com quebras de estrutura, de Clemente et al. (1998), e facilmente verificamos que os mercados financeiros apresentam quebras de estrutura em fevereiro de 2020, com execão feita ao mercado de titulos de Portugal e da EDP que quebraram em março e janeiro de 2020, respetivamente. Os resultados estão em linha com os achados dos autores G.Sudha and V.Sornaganesh

(2020), Lahmiri and Bekiros (2020), que indiciam quebras acentuadas nos mercados financeiros internacionais, resultantes da pandemia global de 2020.

Tabela 4: Testes de raiz unitária com quebras estruturais de Clemente et al. (1998), em rendibilidades, respeitantes aos 5 mercados financeiros, no período de 31 de dezembro de 2019 a 08 de outubro de 2020.

Index	t-stat	Break Date
EDP (BOND 10 YR)	-9.77(0)***	09/01/2020
PORTUGAL (BOND 10 YR)	-11.13(0)***	07/03/2020
SETOR ENERGÉTICO PT	-13.74(0)***	27/02/2020
EDP (PRICE INDEX)	-13.59(0)***	26/02/2020
PSI 20	-13.39(0)***	23/02/2020

Fonte: Elaboração Própria

Note: Lag Lenght (Length automático baseado em SIC). Break Selection: minimiza a estatística Dickey-Fuller. Os valores laterais entre parênteses referem-se a atrasos ***. **. *. Representa significância de 1%. 5% e 10%. respetivamente.

Na **tabela 5** podemos observar os resultados dos expoentes DFA, e aferir que os mercados de dívida: da EDP (10YR), de Portugal (10YR) e os mercados de ações: setor energetico portugues, EDP e o PSI 20 evidenciam memorias longas, ou seja, mostram sinais de (in) eficiencia de mercado, na sua forma fraca.

Estes resultados implicam que os preços não refletem totalmente a informação disponível e que as alterações nos preços não são independentes e identicamnete distribuidos, ou seja, não são gerados de forma aleatoria. Esta situação é benefica para os investidores, uma vez que algumas rendibilidades podem ser expectáveis, ou seja, os investidores

poderão obter rendibilidades anomalas sem incorrer em risco adicional, estes resultados validam a primeira questão de investigação.

Tabela 5 Expoente DFA, em rendibilidades, respeitantes aos 5 mercados financeiros, no período de 31 de dezembro de 2019 a 08 de outubro de 2020.

Stock market	DFA exponent (Covid-19 period)
EDP (BOND 10 YR)	0.80 ≅ 0.0011***
PORTUGAL (BOND 10 YR)	0.61 ≅ 0.0011***
SETOR ENERGÉTICO PT	0.57 ≅ 0.0034***
EDP (PRICE INDEX)	0.54 ≅ 0.0039***
PSI 20	0.67 ≅ 0.0061***

Fonte: Elaboração Própria

Nota: As hipóteses são H_0: $\alpha = 0.5$ e H_1: $\alpha \neq 0.5$**.** Os valores de ajustamento do DFA têm R2>0,99. ***. **. *. Representam significância de 1%.,5% e 10%. respetivamente.

Na **tabela 6** podemos verificar os resultados do teste de Gregory-Hansen, e podemos aferir 19 integrações (em 20 possíveis). Os mercados EDP (BOND 10 YR), SETOR ENERGÉTICO (PT), PSI 20, PORTUGAL (OT 10 YR) apresentam 4 integrações (em 4 possíveis), enquanto as ações da EDP integram por três vezes.

As séries EDP (PRICE INDEX) / PSI 20 não apresentam nenhuma integração, o que causa alguma surpresa. Estes resultados permitem evidenciar que os mercados em analise apresentam sincronizações acentuadas, o que era expectável em virtude de partilharem de fatores comuns (economia/país, política, relações comercias, entre outros). No que concerne a consequências desta integração podemos sugerir que os investidores individuais e institucionais deverão ter algumas cautelas ao integrarem estes ativos nas suas carteiras, em virtude de as flutuações de mercado serem muito semelhantes, estes achados validam a segunda questão de investigação.

Tabela 6: Teste de Gregory-Hansen, respeitantes aos 5 mercados financeiros, no período de 31 de dezembro de 2019 a 08 de outubro de 2020.

Markets	t-statistic	Method	Lags	Break	Resultados
EDP (BOND 10 YR) / EDP (PRICE	-5.07**	Regime	0	18/03/2020	Integração
EDP (BOND 10 YR) / SETOR ENERGÉTICO (PT)	-5.56***	Regime	0	18/03/2020	Integração
EDP (BOND 10 YR) / PSI 20	-4.75*	Regime	0	18/03/2020	Integração
EDP (BOND 10 YR) / PORTUGAL (10 YR)	-4.88**	Trend	5	09/03/2020	Integração
EDP (PRICE INDEX) / EDP (BOND 10 YR)	-4.73*	Regime	0	17/03/2020	Integração
EDP (PRICE INDEX) / SETOR ENERGÉTICO (PT)	-8.96***	Regime	0	03/07/2020	Integração
EDP (PRICE INDEX) / PORTUGAL (10 YR)	-5.18**	Trend	0	07/04/2020	Integração
SETOR ENERGÉTICO (PT) / EDP (BOND 10 YR)	-5.12**	Regime	0	18/03/2020	Integração
SETOR ENERGÉTICO (PT) / EDP (PRICE INDEX)	-8.51***	Regime	0	17/03/2020	Integração
SETOR ENERGÉTICO (PT) / PSI 20	-5.05**	Trend	0	03/02/2020	Integração
SETOR ENERGÉTICO (PT) / EDP (BOND 10 YR)	-5.14**	Trend	0	17/06/2020	Integração
PSI 20 / EDP (BOND 10 YR)	-5.32**	Trend	1	02/03/2020	Integração
PSI 20 / EDP (PRICE INDEX)	-5.18**	Regime	1	02/03/2020	Integração
PSI 20 / SETOR ENERGÉTICO (PT)	-6.29***	Regime	0	28/02/2020	Integração
PSI 20 / PORTUGAL (10 YR)	-5.22**	Regime	1	28/02/2020	Integração
PORTUGAL (10 YR) / EDP (BOND 10 YR)	-4.87*	Regime	5	10/06/2020	Integração
PORTUGAL (10 YR) / EDP (PRICE INDEX)	-5.92**	Regime	1	07/04/2020	Integração
PORTUGAL (10 YR) / SETOR ENERGÉTICO (PT)	-6.14***	Regime	1	08/04/2020	Integração
PORTUGAL (10 YR) / PSI 20	-6.16***	Trend	1	03/04/2020	Integração

Fonte: Elaboração Própria

Nota: Os asterísticos ***, **, * indicam significância estatística de 1%, 5% e 10%, respetivamente.

Na **tabela 7** podemos verificar os coeficientes de correlação cruzada sem tendência (λ_{DCCA}) de Zebende (2011), referentes aos mercados de ações e títulos de Portugal e da EDP, no período de 31 de dezembro de 2019 a 08 de outubro de 2020. Os pares de mercados financeiros EDP (BOND 10 YR) / PORTUGAL (10 YR), EDP (PRICE INDEX) / SETOR ENERGÉTICO (PT), EDP (PRICE INDEX) / PSI 20, SETOR ENERGÉTICO (PT) / PSI 20 apresentam os coeficientes λ_{DCCA} fortes, o que indicia a presença de transmissão de risco. No que concerne aos restantes pares os coeficientes λ_{DCCA} apresentam anti correlação, ou seja, não existe transmissão de risco entre estes mercados. Estas evidencias são relevantes pois o teste de integração de Gregory-Hansen mostra que estes mercados são integrados, porém a proporção de integração não é igual ao risco identificado. Estes achados são relevantes para investidores institucionais, gestores de risco que procuram diversificar as suas carteiras nestes mercados geográficos.

Tabela 7: Resumo dos picos dos coeficientes λ_{DCCA}, respeitantes aos 5 mercados financeiros, no período de 31 de dezembro de 2019 a 08 de outubro de 2020.

Index	λ_{DCCA}	Time scale (days)	Tendência
EDP (BOND 10 YR) / EDP (PRICE INDEX)	-0.51	n > 35 dias	anti correlação
EDP (BOND 10 YR) / SETOR ENERGÉTICO (PT)	-0.60	n > 29 dias	anti correlação
EDP (BOND 10 YR) / PSI 20	-0.48	n > 35 dias	anti correlação
EDP (BOND 10 YR) / PORTUGAL (10 YR)	0.57	n > 35 dias	**correlação Forte**
EDP (PRICE INDEX) / SETOR ENERGÉTICO (PT)	0.76	n > 35 dias	**correlação Forte**
EDP (PRICE INDEX) / PSI 20	0.87	n > 29 dias	**correlação Forte**
EDP (PRICE INDEX) / PORTUGAL (10 YR)	-0.72	n > 35 dias	anti correlação
SETOR ENERGÉTICO (PT) / PSI 20	0.71	n > 35 dias	**correlação Forte**
SETOR ENERGÉTICO (PT) / PORTUGAL (10 YR)	-0.63	n > 29 dias	anti correlação
PSI 20 / PORTUGAL (10 YR)	-0.73	n > 35 dias	anti correlação

Fonte: Elaboração Própria

5 Conclusão

Esta investigação testou a eficiência, na sua forma fraca, nos mercados de ações e de dívida de Portugal e da EDP, nomeadamente os indices bolsistas do PSI 20 (índice das 20 empresas mais líquidas do mercado Euronext Lisbon), do setor energético português (inserido no mercado Euronext Lisbon), yields das obrigações da EDP a 10 anos (mercado de dívida), OT´s Soberanas de Portugal a 10 anos (mercado de dívida) e as cotações das ações da EDP, no período de 31 de dezembro de 2019 a 8 de outubro de 2020.

De forma a responder às questões de investigação, utilizamos diferentes modelos para validar resultados e dar robustez às nossas evidencias. Com o propósito de cumprir o objeto da investigação formulamos três questões de investigação, designadamente pretendemos saber, se: (i) a evolução da pandemia global (Covid-19), fez aumentar a (in) eficiência dos mercados de ações e de dívida de Portugal e da EDP?. (ii) A volatilidade extrema vivida nos mercados internacionais origina sincronizações acentuadas entre os mercados em análise? iii) se a integração financeira origina transmissão de risco entre mercados?

A escolha da metodologia permite avaliar testes estatísticos, modelos econométricos e econofísicos, selecionados para dar resposta às três questões de investigação. Os testes foram sendo aplicados de forma complementar para suprir e minimizar possíveis incongruências nos resultados obtidos.

O teste de raiz unitária de Clemente et al sugere a existência de quebras de estrutura, e facilmente verificamos que os mercados financeiros apresentam quebras de estrutura em fevereiro de 2020, com exceção feita ao mercado de titulos de Portugal e da EDP que quebraram em março e janeiro de 2020, respetivamente.

De forma a responder à primeira questão de investigação, os resultados dos expoentes DFA sugerem a existência de memorias longas nestes mercados, o que faz concluir que os mesmos não são eficientes, na sua forma fraca, validando a primeira questão de investigação. Estes resultados poderão ser benéficos para os investidores, uma vez que algumas rendibilidades podem ser expectáveis, criando oportunidades de arbitragem e de

rendibilidades anormais. Estes achados implicam que os preços não refletem totalmente a informação disponível e que as alterações nos preços não são independentes e identicamente distribuidos, ou seja, não são gerados de forma aleatoria. Esta situação é benefica para os investidores, uma vez que algumas rendibilidades podem ser expectáveis, ou seja, os investidores poderão obter rendibilidades anomalas sem incorrer em risco adicional, estes resultados validam a primeira questão de investigação.

Para responder à segunda questão de investigação realizamos o teste de integração Gregory-Hansen que mostra que estes mercados apresentam níveis de integração acentuados, e podemos aferir 19 integrações (em 20 possíveis). Os mercados EDP (BOND 10 YR), SETOR ENERGÉTICO (PT), PSI 20, PORTUGAL (OT 10 YR) apresentam 4 integrações (em 4 possíveis), enquanto as ações da EDP integram por três vezes. As séries EDP (PRICE INDEX) / PSI 20 não apresentam nenhuma integração, o que causa alguma surpresa. Estes resultados permitem evidenciar que os mercados em analise apresentam sincronizações acentuadas, o que era expectável em virtude de partilharem de fatores comuns (economia/país, política, relações comercias, entre outros). No que concerne a consequências desta integração podemos sugerir que os investidores individuais e institucionais deverão ter algumas cautelas ao integrarem estes ativos nas suas carteiras, em virtude de as flutuações de mercado serem muito semelhantes, estes achados validam a segunda questão de investigação.

Para validar se a integração financeira implica transmissão de risco entre os mercados em analise estimamos os coeficientes de correlação cruzada sem tendência (λ_{DCCA}), que evidenciam 4 pares de mercados a mostrarem a transmissão de risco (4 em 10 possíveis), ou seja, existe uma relação causal parcial entre a integração financeira e a transmissão de risco nos mercados analisados, estes resultados validam parcialmente a terceira questão de investigação. Estas evidencias são relevantes pois o teste de integração de Gregory-Hansen mostra que estes mercados são integrados, porém a proporção de integração não é igual ao risco identificado. Estes achados são relevantes para investidores institucionais, gestores de risco que procuram diversificar as suas carteiras nestes mercados geográficos.

No que concerne a sugestões para futuras investigações pensamos que as mesmas deveriam passar por utilizar dados Intra diários, adicionar dividendos anuais, taxas de câmbios com o propósito de obtermos resultados mais robustos sobre a Hipótese de

Mercado Eficiente. De forma complementar deveríamos selecionar uma amostra que incorpore grandes empresas internacionais para comparar estes fenomenos como a eficiência, na sua forma fraca, integração e transmissão de risco.

Referências Bibliográficas

Ali, S., Shahzad, S. J. H., Raza, N., & Al-Yahyaee, K. H. (2018). Stock market efficiency: A comparative analysis of Islamic and conventional stock markets. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*. https://doi.org/10.1016/j.physa.2018.02.169

Bashir, U., Zebende, G. F., Yu, Y., Hussain, M., Ali, A., & Abbas, G. (2019). Differential market reactions to pre and post Brexit referendum. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*. https://doi.org/10.1016/j.physa.2018.09.182

Clemente, J., Montañés, A., & Reyes, M. (1998). Testing for a unit root in variables with a double change in the mean. *Economics Letters*, *59*(2), 175–182. https://doi.org/10.1016/S0165-1765(98)00052-4

da Silva, L. S. A., Guedes, E. F., Ferreira, P., Dionísio, A., & Zebende, G. F. (2019). ρx,y between open-close stock markets. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*. https://doi.org/10.1016/j.physa.2019.122152

Da Silva, M. F., De Area Leão Pereira, É. J., Da Silva Filho, A. M., De Castro, A. P. N., Miranda, J. G. V., & Zebende, G. F. (2016). Quantifying the contagion effect of the 2008 financial crisis between the G7 countries (by GDP nominal). *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*. https://doi.org/10.1016/j.physa.2016.01.099

Delcey, T. (2019). Samuelson vs fama on the efficient market hypothesis: The point of view of expertise. *OEconomia*, *9*(1), 37–58. https://doi.org/10.4000/oeconomia.5300

Dias, R., da Silva, J. V., & Dionísio, A. (2019). Financial markets of the LAC region: Does the crisis influence the financial integration? *International Review of Financial Analysis*, *63*(January), 160–173. https://doi.org/10.1016/j.irfa.2019.02.008

Dias, R., Heliodoro, P., & Alexandre, P. (2020). Efficiency of Asean-5 Markets: An Detrended Fluctuation Analysis. *Mednarodno Inovativno Poslovanje = Journal of Innovative Business and Management*. https://doi.org/10.32015/jibm.2020.12.2.13-19

Dias, R., Heliodoro, P., Alexandre, P., Santos, H., & Farinha, A. (2021). Long memory in stock returns : Evidence from the Eastern European markets, *01029*, 1–10.

Fama, E. (1970). American Finance Association, *25*(2), 28–30.

Fama, E. F. (1965). Random Walks in Stock Market Prices. *Financial Analysts Journal*.

https://doi.org/10.2469/faj.v21.n5.55

Fama, E. F. (1970). Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work. *The Journal of Finance*. https://doi.org/10.2307/2325486

Fama, E. F. (1972). competition and optimal production decisions under uncertainty, *3*(2), 509–530.

FAMA, E. F. (1991). Efficient Capital Markets: II. *The Journal of Finance*. https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1991.tb04636.x

Fama, E. F., Fisher, L., Jensen, M. C., & Roll, R. (1969). The Adjustment of Stock Prices to New Information. *International Economic Review*. https://doi.org/10.2307/2525569

Fama, E. F., & French, K. R. (1988a). Dividend yields and expected stock returns. *Journal of Financial Economics*, *22*(1), 3–25. https://doi.org/10.1016/0304-405X(88)90020-7

Fama, E. F., & French, K. R. (1988b). Permanent and Temporary Components of Stock Prices. *Journal of Political Economy*. https://doi.org/10.1086/261535

Ferreira, P., & Dionísio, A. (2014). Revisiting serial dependence in the stock markets of the G7 countries, Portugal, Spain and Greece. *Applied Financial Economics*, *24*(5), 319–331. https://doi.org/10.1080/09603107.2013.875106

Ferreira, P., & Dionísio, A. (2016). How long is the memory of the US stock market? *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, *451*, 502–506. https://doi.org/10.1016/j.physa.2016.01.080

G.Sudha, V.Sornaganesh, M. T. S. (2020). *IMPACT OF INDIAN STOCK MARKET DUE TO CRISIS IN MARCH 2020*. *International Journal of Multidisciplinary Educational Research*.

Gregory, A. W., & Hansen, B. E. (1996). Residual-based tests for cointegration in models with regime shifts. *Journal of Econometrics*, *70*(1), 99–126. https://doi.org/10.1016/0304-4076(69)41685-7

Guedes, E. F., Ferreira, P., Dionísio, A., & Zebende, G. F. (2019). An econophysics approach to study the effect of BREXIT referendum on European Union stock markets. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*. https://doi.org/10.1016/j.physa.2019.04.132

Gupta, R., & Basu, P. K. (2011). Weak Form Efficiency In Indian Stock Markets. *International Business & Economics Research Journal (IBER)*.

https://doi.org/10.19030/iber.v6i3.3353

He, Q., Liu, J., Wang, S., & Yu, J. (2020). The impact of COVID-19 on stock markets. *Economic and Political Studies*. https://doi.org/10.1080/20954816.2020.1757570

Hussain, M., Zebende, G. F., Bashir, U., & Donghong, D. (2017). Oil price and exchange rate co-movements in Asian countries: Detrended cross-correlation approach. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*. https://doi.org/10.1016/j.physa.2016.08.056

Jarque, C. M., & Bera, A. K. (1980). Efficient tests for normality, homoscedasticity and serial independence of regression residuals. *Economics Letters*, *6*(3), 255–259. https://doi.org/10.1016/0165-1765(80)90024-5

Jensen, M. C. (1968). Problems in the selection of security Portfolios - The Performance of Mutual Funds in the Period 1945-1964. *Journal of Finance*, *23*(2), 389–416.

Kanno, M. (2020). Risk Contagion of Covid-19 on Japanese Stock Market: A Network Approach. *SSRN Electronic Journal*. https://doi.org/10.2139/ssrn.3599609

Kantelhardt, J. W., Koscielny-Bunde, E., Rego, H. H. ., Havlin, S., & Bunde, A. (2001). Detecting long-range correlations with detrended fluctuation analysis. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, *295*(3–4), 441–454. https://doi.org/10.1016/S0378-4371(01)00144-3

Lahmiri, S., & Bekiros, S. (2020). The impact of COVID-19 pandemic upon stability and sequential irregularity of equity and cryptocurrency markets. *Chaos, Solitons and Fractals*. https://doi.org/10.1016/j.chaos.2020.109936

Lawrence H. Summers. (1986). Does the stock market rationally reflect fundamental values. *The Journal of Finance*. https://doi.org/10.2307/2328487

Markowitz. (1952). Portfolio Selection Harry Markowitz, *7*(1), 77–91.

Mensi, W., Tiwari, A. K., & Yoon, S. M. (2017). Global financial crisis and weak-form efficiency of Islamic sectoral stock markets: An MF-DFA analysis. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*. https://doi.org/10.1016/j.physa.2016.12.034

Peng, C. K., Buldyrev, S. V., Havlin, S., Simons, M., Stanley, H. E., & Goldberger, A. L. (1994). Mosaic organization of DNA nucleotides. *Physical Review E*, *49*(2), 1685–1689. https://doi.org/10.1103/PhysRevE.49.1685

Podobnik, B., & Stanley, H. E. (2008). Detrended cross-correlation analysis: A new method for analyzing two nonstationary time series. *Physical Review Letters*,

100(8). https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.100.084102

Rehan, R., Zehra, I., Chhapra, I. U., & Makhija, P. (2019). The relationship between exchange rate and stock prices in South Asian countries. *International Journal of Innovation, Creativity and Change*.

Rounaghi, M. M., & Nassir Zadeh, F. (2016). Investigation of market efficiency and Financial Stability between S&P 500 and London Stock Exchange: Monthly and yearly Forecasting of Time Series Stock Returns using ARMA model. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*. https://doi.org/10.1016/j.physa.2016.03.006

Samuelson, P. (1965). Samuelson, Paul A., Proof That Properly Anticipated Prices Fluctuate Randomly , Industrial Management Review, 6:2 (1965:Spring) p.41, *2*.

Sensoy, A., & Tabak, B. M. (2015). Time-varying long term memory in the European Union stock markets. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*. https://doi.org/10.1016/j.physa.2015.05.034

Shiller, R. J. (2003). From Ef cient Markets Theory to Behavioral Finance, *17*(1), 83–104.

Shirvani, H., & Delcoure, N. V. (2016). The random walk in the stock prices of 18 OECD countries: Some robust panel-based integration and cointegration tests. *Journal of Economic Studies*. https://doi.org/10.1108/JES-03-2015-0053

Vassoler, R. T., & Zebende, G. F. (2012). DCCA cross-correlation coefficient apply in time series of air temperature and air relative humidity. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*. https://doi.org/10.1016/j.physa.2011.12.015

Wang, W., & Enilov, M. (2020). The Global Impact of COVID-19 on Financial Markets. *SSRN Electronic Journal*. https://doi.org/10.2139/ssrn.3588021

Zebende, G. F. (2011). DCCA cross-correlation coefficient: Quantifying level of cross-correlation. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, *390*(4), 614–618. https://doi.org/10.1016/j.physa.2010.10.022

Zebende, G. F., Dias, R. M. T. S., & Aguiar, L. C. De. (n.d.). Stock market efficiency : An intra-day case of study in G-20 group, 1–21.

Zivot, E., & Andrews, D. W. K. (1992). Further evidence on the great crash, the oil-price shock, and the unit-root hypothesis. *Journal of Business and Economic Statistics*. https://doi.org/10.1080/07350015.1992.10509904

Webgrafia

-Acedido as 00:48, á 22 de janeiro de 2021, no web site da *Trading Economics:* https://tradingeconomics.com.

-Acedido as 02:48, á 22 de Agosto de 2019, no web site da EDP: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiMhKqAwujuAhXE3oUKHRjgCuUQFjAAegQIARAC&url=https%3A%2F%2Fwww.edp.com%2Fpt-pt%2Frelatorio-e-contas-2018&usg=AOvVaw3qApj5-KS4rI3gxaVQ17Jv