



**Politécnico
de Viseu**

Escola Superior
de Tecnologia
e Gestão de Viseu

Trabalho efetuado sob a orientação de



**Politécnico
de Viseu**

Escola Superior
de Tecnologia
e Gestão de Viseu

Trabalho efetuado sob a orientação de

Agradecimentos

Gostaria de expressar a minha mais profunda gratidão aos meus pais, ao meu irmão e ao meu namorado, que me deram apoio incondicional e me incentivaram constantemente ao longo de toda a elaboração deste trabalho. O vosso amor e motivação foram fundamentais para que eu chegasse até aqui.

Agradeço também a todos os professores do Mestrado em Finanças Empresariais, que partilharam o seu vasto conhecimento comigo e contribuíram de forma significativa para o meu crescimento académico e profissional. Um agradecimento especial aos professores Doutor António Pedro Soares Pinto e Doutor Pedro Manuel Nogueira Reis, cuja orientação e apoio ao longo da elaboração desta dissertação foram essenciais para o seu sucesso.

RESUMO

O presente estudo analisa os retornos de quatro mercados financeiros diferentes - o mercado acionista, o mercado obrigacionista, o mercado das *commodities* e o mercado cambial - no período compreendido entre julho de 2014 e dezembro 2023. O objetivo principal é analisar o efeito contágio entre os retornos de diferentes instrumentos financeiros, avaliando o modo como, a alteração na rentabilidade de um instrumento financeiro pode ter um efeito causal na rentabilidade dos restantes e, determinar o modo como estes choques ocorrem. Pretende-se, ainda, identificar os choques mais significativos e determinar a reciprocidade causal entre instrumentos financeiros, avaliando se os diferentes instrumentos financeiros são influenciados de modo semelhante durante o período em análise.

Este trabalho justifica-se pela crescente interação dos mercados financeiros ao longo dos anos, com os riscos e as oportunidades a repercutirem-se de uma forma cada vez mais rápida. Assim, choques em determinados instrumentos financeiros podem antecipar variações noutros instrumentos, o que é muito relevante, principalmente para os grandes investidores, permitindo-lhes uma gestão mais eficiente dos seus investimentos. Pretende-se, ainda, colmatar a lacuna associada ao facto de a maioria dos estudos abordarem um conjunto reduzido de instrumentos financeiros ou, incidirem sobre períodos de crise específicos. Para dar resposta a estas questões recorreu-se à metodologia do VAR, para analisar como a rentabilidade de um instrumento financeiro é influenciada pelos seus valores passados e pelos valores passados de outros instrumentos financeiros. Para complementar a análise, foi aplicado o teste de causalidade de Granger para identificar o instrumento financeiro que gera choques, e também foi utilizada a Função Impulso Resposta (IRFs) para avaliar a intensidade e duração desses choques em outras variáveis. Este estudo identificou relações significativas entre três pares de mercados financeiros: o mercado cambial e o mercado acionista, o mercado cambial e o mercado obrigacionista e o mercado acionista e o mercado obrigacionista. Nos dois primeiros pares, observou-se a existência de relações recíprocas, com ambos os mercados a impactarem-se mutuamente, com o mercado cambial e o mercado obrigacionista a terem uma relação inversa. Já o mercado cambial e o mercado acionista, mostraram uma relação dinâmica, com a sua relação a variar entre positiva e negativa ao longo do tempo. Conclui-se que a relação entre os mercados acionista e obrigacionista é unilateral, com o mercado obrigacionista a impactar o acionista, mas não o contrário.

Palavras-chave: Efeito de contágio; Mercados financeiros; VAR; IRF; Causalidade Granger;

Abstract

This study analyzes the returns of four different financial markets – the stock market, the bond market, the commodities market, and the foreign exchange market – over the period from July 2014 to December 2023. The main objective is to analyze the spillover effect between the returns of different financial instruments, evaluating how changes in the return of one financial instrument can have a causal effect on the returns of others, and determining how these shocks occur. Additionally, the study aims to identify the most significant shocks and determine the causal reciprocity between financial instruments, assessing whether the different financial instruments are similarly influenced during the analyzed period.

This work is justified by the growing interaction of financial markets over the years, with risks and opportunities spreading more rapidly. Therefore, shocks in certain financial instruments can anticipate variations in others, which is particularly relevant for large investors, as it enables more efficient investment management. Furthermore, the study aims to fill the gap related to the fact that most studies focus on a limited set of financial instruments or concentrate on specific crisis periods.

To address these questions, the VAR methodology was used to analyze how the returns of a financial instrument are influenced by its past values and the past values of other financial instruments. To complement the analysis, the Granger causality test was applied to identify which financial instrument generates shocks, and the Impulse Response Function (IRFs) was also used to assess the intensity and duration of these shocks on other variables.

This study identified significant relationships between three pairs of financial markets: the foreign exchange market and the stock market, the foreign exchange market and the bond market, and the stock market and the bond market. In the first two pairs, reciprocal relationships were observed, with both markets impacting each other, while the foreign exchange market and the bond market showed an inverse relationship. On the other hand, the foreign exchange market and the stock market demonstrated a dynamic relationship, with their connection fluctuating between positive and negative over time. It was concluded that the relationship between the stock market and the bond market is unilateral, with the bond market impacting the stock market, but not vice-versa.

Key-words: Spillover Effect; Financial markets; VAR; IRF; Granger Causality Test;

Índice

Introdução.....	1
1. Revisão da Literatura.....	4
1.1 As diferentes classes de commodities	5
1.2 A Dinâmica da Interação entre o Mercado das commodities e o Mercado cambial.....	6
1.4 A Dinâmica da interação entre o Mercado das Commodities e o Mercado Acionista.....	7
1.5 A Dinâmica da interação entre o Mercado Obrigacionista e o Mercado Acionista	9
1.6 A dinâmica da interação entre o Mercado Obrigacionista e o Mercado das Commodities	10
1.7 A dinâmica da interação entre o Mercado Obrigacionista e o Mercado Cambial	11
1.8 A dinâmica da interação entre o Mercado Cambial e o Mercado Acionista.....	12
1.9 A influência da instabilidade financeira na interação entre os mercados	13
2. Metodologia	22
3. Análise de Resultados.....	27
3.1 Dados e amostra	27
3.2 Análise da base de dados	28
3.2.1 Matriz da correlação de Pearson	29
3.3 Pressupostos do modelo VAR	30
3.3.1 Estacionaridade das variáveis.....	30
3.3.2 Cálculo do número de lags a utilizar	31
3.4 Estimação do modelo VAR.....	32
3.4.1 Normalidade dos resíduos	38
3.4.3 Estabilidade do modelo	39
3.5 Causalidade de Granger.....	40
3.6 Função Impulso Resposta.....	42
3.7 Discussão de resultados.....	54
Conclusão	62
Bibliografia.....	65

Índice de tabelas

Tabela 1 - Resumo dos estudos sobre a interação dos instrumentos financeiros.....	16
Tabela 2 - Análise descritiva das rendibilidades diárias das variáveis da amostra.	28
Tabela 3 - Matriz de correlação de Pearson.....	29
Tabela 4 - Número de lags ótimo	31
Tabela 5 - Modelo VAR para a equação que tem a variável EURO_STOX como dependente.....	32
Tabela 6 - Modelo VAR para a equação que tem a variável BOND_FTSE como dependente	34
Tabela 7 - Modelo VAR para a equação que tem a variável CMD_DWJ como dependente	35
Tabela 8 - Modelo VAR para a equação que tem a variável USD_IDX como dependente.....	37
Tabela 9 - Teste da normalidade dos resíduos Jarque-Bera.....	38
Tabela 10 - Teste Lagrange Multiplier Breusch Godfrey.	39
Tabela 11 - Teste da estabilidade do modelo.	39
Tabela 12 - Causalidade de Granger EURO_STOX.....	40
Tabela 13 - Causalidade de Granger BOND_FTSE.....	40
Tabela 14 - Causalidade de Granger CMD_DWJ.	41
Tabela 15 - Causalidade de Granger USD_IDX.....	41
Tabela 16 - Síntese das relações de Causalidade de Granger	42
Tabela 17 - Síntese de Função Impulso Resposta.....	55
Tabela 18 – Resumo da Causalidade de Granger e da Função Impulso Resposta	58

Índice de gráficos

Gráfico 1 – Resposta da BOND_FTSE a um choque em EURO_STOX (esquerda) versus resposta da EURO_STOX a um choque em si própria (direita).	43
Gráfico 2 - Resposta da CMD_DWJ a um choque em EURO_STOX (esquerda) versus resposta da EURO_STOX a um choque em si própria (direita).	44
Gráfico 3 - Resposta de USD_IDX a um choque em EURO_STOX (direita) versus resposta da EURO_STOX a um choque em si própria (esquerda).	45
Gráfico 4 - Resposta de EURO_STOX a um choque em BOND_FTSE (direita) versus resposta de BOND_FTSE a um choque em si própria (esquerda).	46
Gráfico 5 - Resposta de CMD_DWJ a um choque em BOND_FTSE (direita) versus resposta de BOND_FTSE a um choque em si própria (esquerda).	47
Gráfico 6 - Resposta de USD_IDX a um choque em BOND_FTSE (direita) versus resposta de BOND_FTSE a um choque em si própria (esquerda).	48
Gráfico 7 - Resposta de EURO_STOX a um choque em CMD_DWJ (direita) versus resposta de CMD_DWJ a um choque em si própria (esquerda).	49
Gráfico 8 - Resposta de BOND_FTSE a um choque em CMD_DWJ (esquerda) versus resposta de CMD DWJ a um choque em si própria (esquerda).	50
Gráfico 9 - Resposta de USD_IDX a um choque em CMD_DWJ (esquerda) versus resposta de CMD DWJ a um choque em si própria (direita).	51
Gráfico 10 - Resposta de EURO_STOX a um choque em USD_IDX (esquerda) versus resposta de USD_IDX a um choque em si própria (direita).	52
Gráfico 11 - Resposta de BOND_FTSE a um choque em USD_IDX (esquerda) versus resposta de USD_IDX a um choque em si própria (direita).	53
Gráfico 12 - Resposta de CMD_DWJ a um choque em USD_IDX (esquerda) versus resposta de USD_IDX a um choque em si própria (direita).	54

Índice de figuras

Figura 1 - Teste Dickey-Fuller às variáveis EURO_STOX (esquerda) e BOND_FTSE (direita)	30
Figura 2 - Teste Dickey-Fuller às variáveis CMD_DWJ (esquerda) e USD_IDX (direita)	30

Siglas

ADF - Dickey-Fuller Aumentado;

AIC - Critério de Informação de Akaike;

BOND_FTSE – Rentabilidade das obrigações que compõe o índice FTSE MTS Eurozone Government Bond;

CMD_DWJ – Rentabilidade das *commodities* que compõe o índice Dow Jones Commodity Index;

EURO_STOX – Rentabilidade das ações que compõe o índice Euro Stoxx 50;

HVAR - Vector Autoregressivo Hierárquico;

IRF – Impulse Response Function;

OLS - Ordinary Least Squares regression;

QON – Quantile on quantile;

TVP-VAR - Time-Varying Parameter Vector Autoregression;

USD_IDX – Valor do dólar americano;

VAR – Vector Autoregressive Model

VMD - Variational Mode Decomposition

WLMC - Wavelet Local Multiple Correlation

Introdução

Os mercados financeiros estão em constante interação, intensificando-se ao longo dos anos com o aumento da globalização e da conectividade (Adekoya & Oliyide, 2021). Neste contexto, a rentabilidade de um determinado instrumento financeiro, pode influenciar e ajudar a prever a rentabilidade futura de um outro instrumento financeiro. Esta questão tem sido objeto de análise em finanças, ao longo dos anos, procurando compreender de que forma os instrumentos financeiros interagem e, como é que se influenciam mutuamente.

Forbes & Rigobon (2002) referem que existe contágio quando se verifica um aumento significativo da correlação entre mercados após um choque num deles. Assim, o efeito contágio pode ser entendido como o impacto que um choque num determinado instrumento financeiro exerce sobre os restantes. A revisão da literatura menciona diversos autores (Antonakakis & Kizys, 2015; Bouri et al., 2023; Lee, 2021; Lu et al., 2017; Naeem et al., 2021) que estudaram a existência deste contágio identificando as relações causais entre os diferentes mercados, no entanto verificou-se que estes estudos se têm limitado a estudar a interação entre dois ou três instrumentos financeiros, não identificando qual é a raiz desta interação para uma panóplia mais variada de instrumentos financeiros. Foram ainda identificados na revisão da literatura diferentes autores, que focaram o seu estudo num grupo mais abrangente de instrumentos financeiros, contudo restringem o período temporal dos estudos a um período muito específico, como é o caso de Adekoya & Oliyide (2021) que restringem a sua análise ao período da pandemia, para avaliar o modo como que os períodos de crise e instabilidade financeira influenciam a interação entre os diferentes mercados financeiros e, os seus resultados.

Assim, o presente estudo propõe-se analisar o contágio e as relações dinâmicas entre quatro mercados distintos – ações, obrigações, *commodities* e cambial – para um horizonte temporal alargado (07 de março de 2014 a 31 de dezembro de 2023). O objetivo principal é identificar o modo como um choque num destes mercados afeta a rentabilidade dos restantes. Pretende ainda, complementar a análise identificando o instrumento financeiro que maior relevância tem sobre os restantes, em que momento o choque se inicia, determinar a reciprocidade causal entre instrumentos financeiros, avaliar se os diferentes instrumentos financeiros são influenciados de modo semelhante durante o período em análise, identificar os defasamentos (lags) mais significativos e, finalmente identificar os choques mais relevantes.

Para atingir os objetivos propostos analisam-se as rentabilidades, para um horizonte temporal de aproximadamente 9 anos, de quatro índices representativos de alguns dos mais

importantes instrumentos financeiros. O índice de ações Euro Stoxx 50, composto por cinquenta ações da zona euro (Tsenkov & Mirchev, 2019), o índice de obrigações FTSE MTS Eurozone Government Bond, composto por títulos de dívida emitidos pelos governos dos principais países da zona euro, para as *commodities*, seleciona-se o índice Dow Jones Commodity Index, que inclui vinte e duas mercadorias, incluindo metais, produtos agrícolas e setores energéticos (Piotrowski, 2023). Por fim, foi selecionado o índice cambial US dólar index, que avalia o valor do dólar americano em relação a seis das principais moedas estrangeiras (o Euro, o Yene japonês, a Libra esterlina, o Dólar canadiano, o Franco suíço e a Coroa sueca) (Kumbure et al., 2022).

Para dar resposta a estas questões recorrer-se-á à metodologia do VAR (Vector Auto Regressive model), que permite analisar de que forma o valor atual da rentabilidade de um instrumento financeiro, é impactado pelos seus valores desfasados, e pelos valores desfasados da rentabilidade dos restantes instrumentos financeiros em estudo. Para complementar a análise, utiliza-se a Função Impulso Resposta (IRFs), que permite avaliar a amplitude que um choque tem numa outra variável ao longo do tempo e, se subsistem períodos em que o impacto tem maior intensidade. Adicionalmente efetua-se o teste de causalidade de Granger para identificar o instrumento gerador do choque.

Este estudo identifica a existência de interações significativas entre três pares de mercados financeiros, o mercado cambial e o mercado acionista, o mercado cambial e o mercado obrigacionista e o mercado acionista e o mercado obrigacionista. Os dois primeiros pares registam relações recíprocas, a impactarem-se mutuamente. O mercado cambial afeta o acionista de forma não linear, variando entre impactos positivos e negativos, enquanto o mercado acionista impacta negativamente o mercado cambial. A relação entre os mercados obrigacionista e cambial é inversa, com choques em ambos os mercados afetando negativamente o outro.

Por outro lado, a relação entre o mercado acionista e o mercado obrigacionista é unilateral, tendo-se verificado que só o mercado obrigacionista impacta de forma significativa o mercado acionista, mas não o contrário. O estudo também constatou a independência do mercado de *commodities*, cuja rentabilidade atual não é impactada pelos valores históricos de nenhum outro instrumento em, devido à sua natureza diversificada.

O trabalho está organizado em três capítulos. Para além desta parte introdutória e de contextualização do tema, o primeiro capítulo, contempla a revisão da literatura que introduz

um conjunto de estudos que abordam a temática da interação entre os diferentes mercados financeiros. O segundo capítulo dedicado à metodologia descreve a metodologia do Vector Autoregressive Model (VAR), os diferentes pressupostos que estão subjacentes a esta metodologia, a causalidade de Granger e ainda a Função Impulso Resposta (IRF). O terceiro capítulo dá conta dos resultados empíricos obtidos e da sua análise com o propósito de dar resposta às questões colocadas e, for fim as principais conclusões.

1. Revisão da Literatura

Este capítulo propõe-se analisar o trabalho já desenvolvido sobre o efeito contágio entre diferentes ativos financeiros. São apresentados diversos estudos que exploram esta temática e analisadas as interações entre mercados financeiros distintos: o mercado das *commodities* e o mercado cambial, o mercado das *commodities* e o mercado acionista, o mercado acionista e o mercado obrigacionista, bem como o mercado obrigacionista e o mercado das *commodities*, o mercado acionista e o mercado cambial e por fim, o mercado cambial e o mercado obrigacionista. Adicionalmente, analise-se o impacto de períodos de incerteza e instabilidade política na interação entre os diferentes mercados.

Forbes & Rigobon (2002) refere que existe contágio quando se verifica um aumento significativo da correlação entre mercados após um choque num deles. Assim, o efeito contágio pode ser entendido como o impacto que um choque num determinado instrumento financeiro exerce sobre os restantes.

Ao longo dos anos, com o aumento da integração dos mercados mundiais, assistiu-se a um aumento das relações de causalidade nos mercados financeiros, com os riscos e as oportunidades a repercutirem-se de uma forma cada vez mais rápida (Adekoya & Oliyide, 2021). Os maiores eventos políticos e económicos têm um impacto significativo nos mercados financeiros e na sua estrutura, levando a que, as relações causais entre mercados evoluam e se alterem com o tempo (Lu et al., 2017). O efeito de contágio entre os diferentes instrumentos financeiros tem sido muito estudado, atendendo à relevância que assume na gestão eficiente dos investimentos e na tomada de decisões políticas. A compreensão da interação entre os mercados, permite aos grandes investidores, tomar decisões estratégicas na afetação de fundos de uma forma mais eficiente. Possibilita ainda, aos decisores políticos coordenar de forma mais eficaz as políticas macroeconómicas, reforçando a estabilidade dos sistemas financeiros (Lee, 2021).

A revisão da literatura (Antonakakis & Kizys, 2015; Bouri et al., 2023; Lee, 2021; Lu et al., 2017; Naeem et al., 2021) identifica relações causais entre o mercado das *commodities*, o mercado cambial, o mercado acionista e o mercado das obrigações. Apresenta-se em seguida, com maior desenvolvimento, alguns dos estudos que se têm dedicado a esta temática.

1.1 As diferentes classes de *commodities*

O comércio de *commodities* agrícolas, industriais e energéticas tem uma longa história que precede o desenvolvimento dos índices de ações modernos. Os estudos sobre os determinantes de preços e, a interdependência entre os mercados de matérias-primas, registaram um grande impulso com a relevância crescente deste setor na economia mundial (Adam Zaremba et al., 2021; Umar et al., 2019). A importância económica do aumento da presença de investidores financeiros no mercado de matérias-primas tem ganho uma relevância cada vez maior, pela manifesta interdependência criada entre a rentabilidade das diferentes *commodities* (Bianchi et al., 2020; Henderson et al., 2015; Zhang et al., 2017). O mecanismo subjacente a este fenómeno, decorre do reequilíbrio de carteiras de múltiplos ativos e mercadorias, dando origem à transmissão de choques de um mercado para outro (Adam Zaremba et al., 2021).

O mercado das *commodities* é composto por diferentes classes de ativos, que incluem, por exemplo, o setor energético, os metais preciosos e os produtos agrícolas, tornando-se atrativo para os investidores que pretendem diversificar os seus portfólios (Rehman et al., 2019). Deste modo, os investidores utilizam as *commodities*, como um ativo para aumentar os rendimentos, diversificar as carteiras e protegerem-se contra a inflação (Mensi et al., 2017). Estas características aproximam as *commodities* dos restantes mercados financeiros (monetário, capitais, cambial, acionista, obrigacionista e derivados) e aumentam a sua interligação. Com a intensificação da conectividade global e, com o surgir de grandes crises globais, os investidores procuram ativos financeiros mais seguros, como por exemplo, *commodities*, com destaque para os metais preciosos (Antonakakis & Kizys, 2015).

Bouri et al. (2023) estudaram o co-movimento entre os retornos de várias mercadorias, nomeadamente o ouro, o cobre, o petróleo e o trigo, no período de 2007 a 2022, considerando na sua análise o período da pandemia do COVID-19 e o início da guerra entre a Rússia e a Ucrânia. Utilizam a metodologia Wavelet Local Multiple Correlation (WLMC), para captar a estrutura da correlação entre as variáveis em diferentes horizontes temporais. Concluíram que, no curto prazo, as relações são mais fracas e instáveis, o que era de esperar dadas as características distintas de cada uma das classes de mercadorias. No longo prazo, a correlação entre os retornos das diferentes classes de mercadorias é mais forte, corroborando e dando suporte à evidências sobre o comportamento dos ciclos a longo prazo dos preços das matérias-primas (Erten & Ocampo, 2013; Rossen, 2015). Os autores, concluíram ainda que, as correlações não são homogéneas e variam ao longo do tempo, sugerindo que, o contágio não é

consistente durante períodos de mercado turbulentos e que, as razões para os efeitos divergentes decorrem da natureza individual das mercadorias.

1.2 A Dinâmica da Interação entre o Mercado das *commodities* e o Mercado cambial

Antonakakis & Kizys (2015) focam o seu estudo na interação entre o mercado das *commodities* e o mercado cambial, utilizando a metodologia do Vector autoregressive model (VAR) para analisar o retorno das *commodities*: prata, ouro, platina, paládio e petróleo e das taxas de câmbio EUR/USD, JPY/USD, GBP/USD e CHF/USD, no período de 1987 a 2014. Na análise dividiram os ativos financeiros em dois grupos, os transmissores e os recetores de choque. Os transmissores de choque são os ativos que, num primeiro momento, são impactados por choques externos e, posteriormente transmitem e impactam o retorno dos restantes. Concluíram que o ouro, a prata, a platina, o CHF/USD e a GBP/USD são transmissores de choques, enquanto os restantes (paládio, petróleo, EUR/USD, JPY/USD) são recetores de choque. Este resultado é muito relevante, uma vez que, a variação no retorno dos transmissores de choque (ouro, prata, platina, CHF/USD e GBP/USD) pode ajudar a prever o retorno futuro dos restantes instrumentos financeiros (paládio, petróleo, EUR/USD, JPY/USD). No grupo dos transmissores de choque, o ouro e a taxa de câmbio CHF/USD desempenham um papel relevante, surgindo como transmissores que impactam de forma mais notória o retorno dos restantes instrumentos financeiros. O estudo conclui ainda que, a dinâmica da interação entre estes instrumentos financeiros, varia ao longo dos anos em análise. Por exemplo, no período da crise global, o poder do ouro e da prata intensificou-se como transmissor de choque, enfraquecendo o seu impacto depois da crise.

1.3 A Dinâmica da Interação entre o Mercado das *commodities*, o Mercado cambial e o Mercado acionista

Reboredo et al., (2021) estudam a conectividade e a interação entre o mercado das *commodities* (abrangendo a classe dos produtos agrícolas, dos metais, da energia e da pecuária), o mercado cambial (EUR, GBP, CHF, JPY, AUD, CAD) e os seis maiores mercados acionistas do mundo (S&P500 dos EUA, FTSE do Reino Unido, STOXX50 da Europa, TOPIX do Japão, ASX da Austrália, SWISS da Suíça e TSX do Canadá). Utilizaram o modelo do *Vector Autoregressive Model* (VAR), para analisar os dados para o período de 2010 a 2021. Concluíram que o mercado acionista é o principal transmissor de choques para os outros dois mercados, o cambial e o das *commodities*, com este último a ser mais afetado pelos choques recebidos. As alterações no mercado acionista repercutem-se com mais intensidade no mercado das *commodities* do que o mercado cambial. Variações no mercado das *commodities* afetam mais intensamente o mercado cambial do que o mercado acionista e o mercado cambial repercute-se mais no mercado das *commodities* do que no mercado acionista. Assim, o mercado acionista surge como o menos afetado pelos choques que recebe dos restantes mercados.

Estes resultados são importantes para os investidores, na tomada de decisão de diversificação de carteiras, da gestão e cobertura de risco. As evidências indicam que os investidores devem prestar máxima atenção a variações no mercado acionista, pois este tem um maior potencial para impactar negativamente os rendimentos dos restantes mercados.

1.4 A Dinâmica da interação entre o Mercado das *Commodities* e o Mercado Acionista

Mensi et al. (2017) e Lu et al. (2017) analisam a interação do preço do petróleo o mercado acionista. Lu et al (2017) consideram o mercado acionista como um bom indicador económico da situação financeira global. Quando o mercado das ações está com bom retorno, a economia encontra-se num período de expansão, com um aumento da atividade económica, do consumo e do preço do petróleo. No entanto, muitos outros fatores impactam o preço do petróleo. O mercado acionista pode desempenhar um papel relevante no mercado do petróleo, contudo, não é decisivo. Em diferentes momentos de crise, o mercado acionista sofreu grandes perdas, enquanto, o preço do petróleo cresceu significativamente.

O estudo de Lu et al. (2017) avalia a interação entre o mercado acionista dos EUA (índice S&P 500) e o mercado petrolífero (índice WTI dos preços futuros do petróleo), para o

período de 1986 a 2015. Com recurso ao modelo VAR, os autores estudam a relação causal entre estes dois mercados, concluindo que, a interação varia ao longo do tempo, sendo influenciada pela situação económica vigente. Entre 1986 e 2002, período durante o qual o preço do petróleo era relativamente baixo, o estudo mostra que o aumento do preço do petróleo exerce um impacto positivo no mercado acionista. No entanto, a partir de 2003, com o aumento significativo dos preços do barril de petróleo, o efeito passou a ser negativo.

Mensi et al. (2017) analisam a relação causal, para o período de 1998 a 2016, entre o preço do petróleo e a evolução dos mercados acionistas de países emergentes e desenvolvidos (S&P500 dos Estados Unidos da América; TSX do Canada; Stoxx 600 da Europa; e Zona do Pacífico, excluindo o Japão e, o índice de Dow Jones do mercado do Pacífico). Como objetivo, pretendem estudar o modo como, esta relação evolui ao longo do tempo e, sujeita a diferentes condições económicas. Combinam a metodologia *Variational Mode Decomposition* (VMD) e os *Dependence Modeling with Copulas*, para estudar a dependência não linear e a estrutura de correlação entre os mercados de petróleo e acionistas, especialmente durante períodos de elevada volatilidade. O estudo teve como objetivo avaliar a interação entre estes mercados, a curto prazo e a longo prazo em diferentes períodos, caracterizados por situações económicas distintas (períodos de recessão, estabilidade e crescimento). Os resultados mostram que, existe dependência entre os mercados acionistas e o do petróleo, em todos os espaços geográficos analisados. No entanto, os mercados acionistas dos países emergentes tendem a ser mais sensíveis a choques nos preços do petróleo relativamente aos mercados dos países desenvolvidos. A interação entre os dois mercados financeiros depende do contexto político e económico e do horizonte temporal em estudo. No curto prazo, verifica-se uma dependência positiva entre o mercado do petróleo e os quatro mercados acionistas em análise, com um aumento dos preços do petróleo a ser acompanhado por um aumento dos retornos acionista. No longo prazo, a interação ganha intensidade, verificando-se assimetrias na interação do mercado do petróleo com os mercados acionistas. Identificaram-se ainda, diferenças na interação entre períodos financeiros estáveis, períodos de receção e períodos de crescimento, com uma correlação maior em períodos de crise.

1.5 A Dinâmica da interação entre o Mercado Obrigacionista e o Mercado Acionista

O mercado das obrigações, composto por títulos de dívida, constitui uma componente importante dos mercados financeiros globais. Este mercado permite que entidades, como instituições governamentais e empresas, financiem as suas atividades através da emissão de dívida. As obrigações, são consideradas um instrumento financeiro de baixo risco, tornando-se atrativo para os investidores mais avessos ao risco, principalmente em tempos de crise (Lee, 2021). O estudo da interação entre o mercado obrigacionista e os outros instrumentos financeiros tem despertado a atenção de diversos autores, com destaque para a relação deste mercado com o mercado acionista. A compreensão desta dinâmica tem ganho relevância e, tem sido intensamente estudada.

Lee (2021) estudou a relação entre as ações europeias e as Obrigações do Tesouro a 10 anos, analisando o retorno em treze países da União Europeia entre 1994 e 2015. Como foco, avaliou o impacto do nível de incerteza financeira e da expectativa dos investidores na correlação entre estes dois mercados, tendo presente as expectativas dos investidores sobre a evolução futura. Para além de analisar o impacto destes dois fatores na interação entre os dois instrumentos financeiros, Lee (2021) pretendeu ainda compreender os efeitos não lineares que impactam os retornos dos dois ativos financeiros. Assim, utilizou a metodologia dos mínimos quadrados ordinários (OLS linear), construindo um modelo de regressão linear, para estudar o impacto dos dois fatores em análise. Para o estudo da não linearidades da distribuição, que impacta o retorno de ambos os mercados, recorreu ao método dos quantis de regressão não linear. Conclui que, as expectativas dos investidores sobre a evolução futura e o nível de incerteza sentida são fatores chave na variação dos retornos de ambos os instrumentos financeiros: uma menor incerteza sobre a evolução dos mercados financeiros futuros aumenta o co-movimento dos mercados de ações e obrigações da EU. Em tempos de incerteza, as obrigações do tesouro são consideradas instrumentos financeiros com pouco risco, ao contrário do mercado das ações. Assim, faz sentido que, nos períodos de incerteza os investidores substituam os investimentos com maior risco, por instrumentos mais seguros, levando a que, a correlação entre estes dois mercados tenda a ser negativa. Por sua vez, a maior expectativa dos investidores em relação ao crescimento económico futuro tem um efeito positivo em ambos os mercados. No entanto, foram identificadas relações não lineares significativas entre o retorno dos dois mercados em estudo, sugerindo a prevalência de expectativas heterogéneas entre os investidores relativamente ao retorno futuro dos ativos, enquanto resposta a uma mesma informação económica.

1.6 A dinâmica da interação entre o Mercado Obrigacionista e o Mercado das *Commodities*

O aumento das preocupações ambientais levou os ambientalistas e as instituições governamentais a concentrarem-se na redução da emissão do carbono nas economias. Neste contexto, as obrigações verdes são uma importante fonte de financiamento para os projetos que procuram reduzir o impacto ambiental da economia mundial. Há evidências crescentes sobre a inter-relação entre os mercados financeiros. Esta, intensifica-se à medida que os investidores procuram construir carteiras de investimentos de diferentes ativos financeiros. O mercado das obrigações verdes tende a associar-se com os restantes mercados financeiros (Naeem et al., 2021).

Naeem et al. (2021) procura compreender a dinâmica da interação entre o retorno das obrigações verdes e do mercado das *commodities*, analisando a relação entre as primeiras e as diferentes classes de *commodities*, nomeadamente os metais preciosos (ouro e prata), o mercado energético (petróleo e gás natural) e as matérias-primas agrícolas (trigo e milho) entre 2008 e 2020. Utilizando a metodologia do VAR, adaptada pelas abordagens de Diebold e Yilmaz (2014) e Barunik e Krehlik (2018), concluíram que a dinâmica da interação do mercado das obrigações com o mercado das *commodities* varia de acordo com a classe de *commodities* analisada. No curto prazo, apenas o ouro e a prata apresentam uma interação significativa com o mercado das obrigações verdes, no longo prazo, observam-se interações significativas também com o petróleo. O efeito da interação é mais intenso no curto prazo, com os co-movimentos positivos a ocorrerem predominantemente neste período. Os co-movimentos negativos, ocorrem no curto e no longo prazo, tornando-se mais intensos nos períodos de crise. Este último ponto é importante para os investidores, uma vez que, os co-movimentos positivos, predominantes no curto prazo, indicam que uma combinação de obrigações verdes e *commodities* neste horizonte temporal não proporciona uma estratégia eficaz de cobertura de risco, na medida em que, aumentos nos retornos de um mercado são acompanhados por aumentos do retorno do outro mercado, e vice-versa. Nos períodos de crise uma boa estratégia deve incluir ambos os ativos nos portfólios, com a correlação negativa a tornar-se mais intensa e consistente nesse horizonte temporal, oferecendo melhores oportunidades de cobertura de risco.

1.7 A dinâmica da interação entre o Mercado Obrigacionista e o Mercado Cambial

Outra dinâmica financeira de grande interesse é a relação entre o mercado cambial e o mercado obrigacionista. O estudo desta interação tem sido muito estudado, nomeadamente nas economias emergentes, nas quais estes mercados estão mais expostos a choques externos. As dinâmicas destes mercados são essenciais para a tomada de decisões monetárias e políticas que garantam a estabilidade financeira destes países.

O estudo de Rosnawintang et al. (2021) teve como principal objetivo analisar a relação dinâmica entre as taxas de câmbio na Indonésia e a rentabilidade do mercado obrigacionista, para o período de 2006 a 2018. O mercado cambial foi representado pela taxa de câmbio IDR/USD (rupia indonésia / dólar americano) enquanto o mercado obrigacionista foi avaliado pelas obrigações a 10 anos do governo da Indonésia. Para estudar esta interação, os autores utilizaram a metodologia do modelo VAR (Vector Autoregressive Model) e o teste de causalidade de Granger. Os resultados revelam uma relação de causalidade de curto prazo entre a rentabilidade das obrigações do Tesouro e a taxa de câmbio IDR/USD. O estudo conclui que a rentabilidade das obrigações responde de forma significativa e positivamente a variações no mercado cambial. Por outro lado, a resposta da taxa de câmbio IDR/USD a alterações na rentabilidade das obrigações a 10 anos, foi menos significativa e tendencialmente negativa. O estudo utilizou também a Função Impulso resposta, que revela que, no curto prazo, as taxas das obrigações do tesouro respondem de forma muito intensa a alterações nas taxas de câmbio IDR/USD, com uma relação positiva mais intensa nos três primeiros meses após a variação cambial. Relativamente à resposta da taxa de câmbio a variações na rentabilidade das obrigações do tesouro da Indonésia, revelou-se estatisticamente fraca e apresentou uma relação negativa nos primeiros 3,5 meses. No longo prazo, o estudo mostrou que não há uma relação estatisticamente significativa entre estes dois mercados, o que pode ser justificado pelo facto de existirem fatores macroeconómicos e estruturais mais intensos que diluam esta influência ao longo do tempo.

1.8 A dinâmica da interação entre o Mercado Cambial e o Mercado Acionista

As taxas de câmbio e o valor das ações desempenham papéis muito importantes no desenvolvimento económico dos países, e a compreensão da interação dinâmica entre estes mercados desperta a atenção de muitos académicos, assim como de investidores. Os choques negativos que afetam um mercado, podem ser rapidamente transmitidos e impactar o outro. Esta interação pode ter implicações importantes na formulação de políticas económicas e impactar de forma significativa as decisões de investimento internacional.

Com o objetivo de estudar a interação entre o mercado acionista e o mercado cambial nos países emergentes, Gokmenoglu et al., (2021) adotam a metodologia Quantile on quantile (QON), que permite compreender de forma mais detalhada, o modo como as interações entre estes dois mercados se manifestam em diferentes contextos económicos. Este estudo avaliou esta relação em seis países emergentes: Índia, Malásia, México, África do Sul, Tailândia e Turquia, no período de janeiro de 1994 a março de 2019. Para avaliar o comportamento do mercado acionista, foram utilizados os índices mais representativos de cada país, enquanto a evolução do mercado cambial foi aferida pelo valor da moeda local em relação ao dólar americano. Os autores concluem que os retornos dos mercados acionistas não são significativamente impactados pelas variações nas taxas de câmbio, e este impacto não é uniforme nem linear. Esta relação é condicionada por diversos fatores, relacionados nomeadamente com a estrutura económica do país. O estudo refere que, por exemplo, nos países com uma maior presença no comércio internacional, os mercados acionistas são mais impactados pelas alterações cambiais.

A metodologia utilizada revelou também que, o impacto das variações cambiais sobre os mercados acionistas se altera não apenas de um país para o outro, bem como, varia também ao longo do tempo, sendo muito influenciado pela situação económica vivida num determinado momento. Assim, a direção e a intensidade do impacto que uma variação nas taxas de câmbio tem sobre o mercado acionista de um país, depende do contexto económico, alterando-se de acordo com a instabilidade que se faça sentir, naquele momento. A principal conclusão do estudo refere que o impacto das taxas de câmbio no mercado acionista não é linear sendo caracterizado por uma grande incerteza, muito dependente das condições económicas específicas de cada mercado.

1.9 A influência da instabilidade financeira na interação entre os mercados

A revisão da literatura revela ainda que, a interação entre os mercados financeiros não é linear ao longo do tempo, alterando-se com a evolução económica do período analisado. Os mercados globais são influenciados por fatores económicos comuns, especialmente por eventos à escala global, associados à ocorrência de diferentes crises nos últimos anos. A interação entre os retornos dos diversos mercados financeiros, em momentos de crise, tem motivado diferentes autores (Adekoya & Oliyide, 2021; Albulescu et al., 2019; Bagheri & Ebrahimi, 2020; Ha, 2023) a focarem-se na análise da interação entre os diferentes instrumentos financeiros, nomeadamente, em períodos de maior incerteza e instabilidade política.

Albulescu et al. (2019) estuda o impacto da incerteza política dos Estados Unidos da América na interação e conectividade entre o mercado cambial e o mercado das *commodities*, especificamente o petróleo. Tem como objeto de estudo, o preço do petróleo e um conjunto de seis moedas de países desenvolvidos e de países emergentes: AUD (dólar australiano), CAD (dólar canadense), SAR (riyal saudita), NZD (dólar neozelandês), CLP (peso chileno) e BRL (real brasileiro). O estudo e compreensão desta interação assume elevado interesse, uma vez que, estes mercados têm implicações diretas nos custos de produção, nos resultados do setor empresarial e nas taxas de desemprego, assumindo particular relevância para a coordenação das políticas económicas. Com o objetivo de estudar se, efetivamente momentos de maior incerteza, têm um impacto significativo na interação entre o mercado do petróleo e o cambial, os autores com recurso ao teste da causalidade de Granger, confirmam a prevalência de uma relação causal significativa entre a incerteza política e a conectividade entre os dois mercados. Este estudo analisa o período de 1997 a 2017, dando conta da existência de variações nas interações entre os dois mercados ao longo do tempo, com um aumento significativo da conectividade entre 2010 e 2014 (coincidindo com o pico da crise na Europa), momento marcado por uma elevada incerteza política. A incerteza política tem, assim, uma repercussão significativa no preço do petróleo, que depois se repercute ao mercado cambial. Estes choques são mais concentrados no curto prazo, dissipando-se no longo prazo.

O estudo de Bagheri & Ebrahimi (2020) foca a análise no período da grande crise (de 2006 a 2018), com o objetivo de analisar a forma como, esta, impactou na interação entre os diferentes instrumentos financeiros. Utiliza como metodologia o Vector Autoregressivo Hierárquico (HVAR), uma extensão do modelo VAR, que incorpora uma estrutura hierárquica para trabalhar com grandes conjuntos de dados e estruturas complexas de dependência entre variáveis. O estudo, avalia a volatilidade diária, entre 2006 a 2018, dos mercados acionistas de

diferentes regiões do globo (S&P 500 - mercado americano, FTSE 100 - mercado americano, DAX - mercado alemão, CAC 40 - mercado francês, NIKKEI 225- mercado japonês , BOVESPA - mercado brasileiro, NIFTY50 - mercado indiano, KOSPI - mercado coreano e, por fim, SP/TSX - mercado canadiano), do mercado das *commodities* (ouro e petróleo), do mercado das obrigações (índice de obrigações americanas a 10 e a 30 anos), do mercado cambial as taxas de câmbio (EUR/USD, GBP/USD e o índice do valor do dólar) e do mercado das criptomoedas (Bitcoin, Ethereum e o Litecoin). Conclui que, há uma relação significativa entre a incerteza política global e a conectividade entre os mercados financeiros e, que, apesar de todos eles estarem estreitamente vinculados, as criptomoedas, revelam um contributo pouco significativo na interação com os restantes mercados, apesar de apresentarem uma elevada conectividade entre si. Em termos geográficos, o estudo revela que, o mercado americano e o europeu são os primeiros a receber e a integrar os choques. Esses impactos iniciais (América e Europa) em seguida, propagam-se para o mercado asiático.

O trabalho de Ha (2023) focou a análise no impacto do início da guerra da Ucrânia, no preço do petróleo e avaliou a repercussão destas variações no mercado acionista e na volatilidade do preço do ouro. Com recurso ao índice de volatilidade do petróleo (VOL_OVX) estimam a volatilidade futura do preço do petróleo a trinta dias, do índice da volatilidade do ouro e do índice VOL_VIX para captar a volatilidade do mercado acionista americano. Como período de análise elege os anos de 2018 a 2022, procurando captar as alterações que se verificaram na interação entre os mercados desde o início da guerra (24 de fevereiro de 2022). Para estudar a interação entre estes três mercados, utilizou a metodologia do Time-Varying Parameter Vector Autoregression (TVP-VAR) procurando capturar a dinâmica evolutiva das relações entre as variáveis. O mercado do petróleo foi o instrumento financeiro mais atingido pelo início da guerra, com perturbações na produção, aliado ao facto de a Rússia se apresentar como a segunda maior produtora, levando a que o preço do petróleo fosse muito afetado e sofresse grandes variações. Os choques no mercado do petróleo revelaram um impacto negativo nos restantes mercados. O autor conclui que, os mercados estão interligados, em situações normais e, em situações de maiores conflitos, no entanto, verifica-se que, efetivamente o período da guerra tem impacto na interação entre estes três mercados. Constataram ainda, uma maior volatilidade durante a guerra nos três mercados analisados, com destaque para o mercado petrolífero, que impactou de forma significativa os restantes.

Ainda no âmbito do estudo do impacto dos períodos de incerteza na interação entre os mercados, Adekoya & Oliyide (2021) avaliam o impacto do Covid-19 na interação entre os

diversos instrumentos financeiros, com recurso ao mercado do ouro, do mercado cambial (representado pelo valor cambial do dólar), do mercado acionista (índice S&P 500), do preço do mercado petrolífero e do índice da Bitcoin. À semelhança do estudo anterior e, com recurso à metodologia do TVP-VAR, pretendem avaliar a dinâmica das interações entre os mercados em estudo. Aplicaram testes de causalidade, para avaliar se, efetivamente, o Covid-19 teve impacto na interação entre os diferentes instrumentos financeiros. Concluíram que o COVID-19 teve um impacto significativo no efeito causal entre a ligação dos ativos. Referem que o ouro e o dólar americano apresentam maior recetividade aos choques da rentabilidade dos restantes instrumentos financeiros, que surgem como principais emissores. Isto significa que, o mercado acionista, o petrolífero e da Bitcoin reagiram de forma mais rápida aos choques provados pela pandemia, com posterior transmissão ao mercado do ouro e ao mercado cambial. O mercado do petróleo e o mercado acionista, foram considerados os mais sensíveis aos choques externos com repercussões negativas no período do Covid. A Bitcoin, o ouro e o USD revelaram retornos positivos nesse período, com especial notoriedade para o ouro.

A revisão da literatura (Adekoya & Oliyide, 2021; Albulescu et al., 2019; Bagheri & Ebrahimi, 2020; Ha, 2023), reflete a ideia de que, os momentos de grande incerteza impactam o modo como os diferentes mercados financeiros interagem, alterando as raízes das interações e, que há mercados mais recetivos a choques externos, reagindo de forma mais rápida, funcionando posteriormente como transmissores aos restantes mercados (recetores de choques).

A Tabela 1 sintetiza os estudos anteriores, que procuram analisar as interações entre os diferentes instrumentos financeiros.

Tabela 1 - Resumo dos estudos sobre a interação dos instrumentos financeiros
 Fonte: Elaboração própria

Autor	Período em análise	Metodologia utilizada	Variáveis utilizadas	Principais conclusões
Antonakakis & Kizys (2015)	1987 - 2014	Modelo <i>Vector Autoregressive Model</i> (VAR)	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Commodities</i> (prata, ouro, platina, paládio e petróleo); • Taxas de câmbio (EUR/USD, JPY/USD, GBP/USD e CHF/USD); 	<p>Existem dois grupos, os transmissores e os recetores de choques, os transmissores de choque são os ativos financeiros que, num primeiro momento, são impactados por choques externos e, posteriormente transmitem e impactam o retorno dos restantes. O estudo concluiu que a variação no retorno dos transmissores de choque (ouro, prata, platino, CHF/USD e GBP/USD) podem prever os retornos futuros dos recetores (paládio, petróleo, EUR/USD, JPY/USD). Conclui ainda que a dinâmica da interação entre estes instrumentos financeiros, varia ao longo dos anos em análise, tendo-se intensificado no período da crise global.</p>
Mensi et al. (2017)	1998 - 2016	Metodologia <i>Variational Mode Decomposition</i> (VMD); <i>Dependence Modeling with Copulas</i> .	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Commodities</i> (petróleo); • Ações (S&P500; TSX; Stoxx 600; Dow Jones do mercado do Pacífico). 	<p>Há dependência entre os mercados acionistas e o mercado do petróleo em todos os espaços geográficos analisados, com os mercados dos países emergentes a serem mais sensíveis aos choques do preço do petróleo comparativamente com os mercados dos países desenvolvidos. A interação entre os dois mercados varia de acordo com o contexto político, económico e o horizonte temporal. No curto prazo, verifica-se uma dependência positiva entre os dois mercados. No longo prazo, a interação intensifica-se e apresenta assimetrias. Identificaram-se diferenças na interação entre períodos financeiros estáveis, de receção e de crescimento, com uma correlação maior em períodos de crise.</p>

Autor	Período em análise	Metodologia utilizada	Variáveis utilizadas	Principais conclusões
Lu et al. (2017)	1986 - 2015	Modelo <i>Vector Autoregressive Model</i> (VAR)	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Commodities</i> (petróleo); • Ações (S&P500). 	Identificam diferenças na interação entre o mercado do petróleo e o mercado acionista para diferentes períodos. Entre 1986 e 2002, período durante o qual o preço do petróleo era relativamente baixo, o estudo revela que o aumento do preço do petróleo tem um impacto positivo no mercado acionista. A partir de 2003, com o aumento significativo dos preços do barril de petróleo, o efeito passou a ser negativo.
Albulescu et al. (2019)	1997 - 2017	Testes de causalidade de Granger; Quantis de Regressão não linear;	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Commodities</i> (petróleo); • Taxas de câmbio (AUD; CAD; SAR; NZD; CLP; BRL) 	Confirmam uma relação causal significativa entre a incerteza política e a conectividade entre o mercado do petróleo e o cambial, dando conta de variações nas interações entre os dois mercados ao longo do tempo, com um aumento significativo da conectividade entre 2010 e 2014, coincidindo com o pico da crise na Europa. A incerteza política tem, assim, uma repercussão significativa no preço do petróleo, que depois se repercute no mercado cambial.

Autor	Período em análise	Metodologia utilizada	Variáveis utilizadas	Principais conclusões
Bagheri & Ebrahimi, (2020)	2006 - 2018	Vector Autoregressivo Hierárquico (HVAR)	<ul style="list-style-type: none"> • Ações (S&P 500, FTSE 100, DAX, CAC 40, NIKKEI 225, BOVESPA, NIFTY50, KOSPI, SP/TSX); • <i>Commodities</i> (ouro e petróleo); • Obrigações (Títulos do tesouro a 10 e a 30 anos dos EUA); • Taxas de câmbio (EUR/USD, GBP/USD e o índice do valor do dólar); • Criptomoedas (Bitcoin, Ethereum e o Litecoin). 	<p>Há uma relação significativa entre a incerteza política e a conectividade entre os mercados financeiros. As criptomoedas revelam um contributo menos significativo na interação com os restantes mercados, contudo, apresentam uma elevada conectividade entre si. Geograficamente, o mercado americano e europeu são os primeiros a receber e a integrar os choques, que depois se propagam para o mercado asiático.</p>
Lee, (2021)	1994 - 2015	Metodologia dos mínimos quadrados (OLS linear)	<ul style="list-style-type: none"> • Ações europeias; • Obrigações (Títulos do tesouro a 10 anos dos países europeus). 	<p>As expetativas dos investidores e o nível de incerteza são fatores chave na variação dos retornos do mercado acionista e do mercado das obrigações. Durante períodos de incerteza, as obrigações do tesouro são consideradas instrumentos financeiros com pouco risco, assim, os investidores substituem os investimentos com maior risco (mercado acionista), por investimentos mais seguros (mercado obrigacionista), com uma correlação negativa. Por sua vez, a maior expetativa dos investidores em relação ao crescimento económico tem um efeito positivo em ambos os mercados.</p>

Autor	Período em análise	Metodologia utilizada	Variáveis utilizadas	Principais conclusões
Naeem et al., (2021)	2008 - 2020	Modelo <i>Vector Autoregressive Model</i> com uma adaptação para as abordagens de Diebold e Yilmaz (2014) e Barunik e Krehlik (2018),	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Commodities</i> (ouro; prata; petróleo; gás natural; trigo; milho); • Obrigações (obrigações verdes). 	A interação do mercado das obrigações verdes com o mercado das <i>commodities</i> apresenta maior intensidade no curto prazo, correlacionando-se com o ouro e com a prata. No longo prazo, verifica-se que as obrigações verdes também interagem com o petróleo, o ouro e a prata. As correlações positivas ocorrem principalmente no curto prazo, enquanto as correlações negativas se observam em ambos os períodos, sendo mais intensos em períodos de crise.
Adekoya & Oliyide, (2021)	Jan 2020 – Jul 2020	TVP VAR (<i>Time-varying parameter vector autoregressions</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Commodities</i> (ouro; petróleo); • Taxas de câmbio (índice do valor do dólar); • Ações (S&P 500); • Criptomoedas (Bitcoin). 	O COVID-19 teve um impacto significativo na relação causal entre a ligação dos ativos. O mercado acionista, o petrolífero e da Bitcoin reagiram mais rápido aos choques provados pela pandemia (transmissores de choques), sendo posteriormente estes choques transmitidos ao mercado do ouro e ao mercado cambial (receptores de choques). O mercado do petróleo e o mercado acionista, são considerados como os mais sensíveis aos choques externos, com repercussões negativas no período do Covid. A Bitcoin, o ouro e o USD revelaram retornos positivos nesse período, com especial notoriedade para o ouro.

Autor	Período em análise	Metodologia utilizada	Variáveis utilizadas	Principais conclusões
Reboredo et al., (2021)	2010 - 2020	Modelo <i>Vector Autoregressive Model</i> (VAR)	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Commodities</i> (produtos agrícolas, metais, energia, pecuária); • Taxas de câmbio (EUR, GBP, CHF, JPY, AUD, CAD); • Ações (S&P500, FTSE, STOXX50, TOPIX, ASX, SWISS; TSX). 	<p>O mercado acionista é o principal transmissor de choques, afetando mais intensamente o mercado das <i>commodities</i> do que o mercado cambial. As variações no mercado das <i>commodities</i> impactam mais o mercado cambial do que o mercado acionista, e a cambial afeta mais o mercado das <i>commodities</i> do que o acionista. Assim, o mercado acionista é o menos afetado pelos choques dos outros mercados, pelo que, os investidores devem dar especial atenção a este mercado, atendendo ao maior potencial em afetar negativamente os demais mercados.</p>
Rosnawintang et al., (2021)	Jan 2006 – Dez 2018	Modelo <i>Vector Autoregressive Model</i> (VAR)	<ul style="list-style-type: none"> • Taxas de câmbio (IDR/USD); • Obrigações (taxa de juro a 10 anos do governo da Indonésia) 	<p>No curto prazo, as taxas das obrigações do tesouro respondem de forma muito intensa a alterações nas taxas de câmbio IDR/USD, sendo esta relação positiva mais intensa nos três primeiros meses após a variação cambial. Já a resposta da taxa de câmbio a variações na rentabilidade das obrigações do tesouro da Indonésia, foi estatisticamente fraca e apresentou uma relação negativa nos primeiros três meses e meio. No longo prazo, este estudo revelou que não há uma relação estatisticamente significativa entre estes dois mercados, o que pode ser justificado pelo facto de existirem fatores macroeconómicos e estruturais mais intensos que diluam esta influência ao longo do tempo.</p>

Autor	Período em análise	Metodologia utilizada	Variáveis utilizadas	Principais conclusões
Gokmenoglu et al., (2021)	Jan 1994 – Març 2019	Quantile on quantile (QON)	<ul style="list-style-type: none"> • Ações (representativas de seis países: Índia, Malásia, México, África do Sul, Tailândia e Turquia) • Taxas de câmbio (INR; MYR; MXN; ZAR; THB; TRY) 	O impacto das variações cambiais sobre os mercados acionistas não varia apenas de um país para o outro, varia também ao longo do tempo, sendo muito influenciado pela situação económica que se está a viver num determinado momento. Assim, a direção e a intensidade do impacto que uma variação nas taxas de câmbio tem sobre o mercado acionista de um país, depende do contexto económico, sendo diferente de acordo a instabilidade que se faça sentir, naquele determinado momento.
Bouri et al., (2023)	2007 - 2022	WLMC (<i>Wavelet Local Multiple Correlation</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Commodities</i> (ouro; cobre; petróleo; trigo) 	No curto prazo as relações entre as diferentes classes de mercadorias, são mais fracas e mais instáveis. No longo prazo, a correlação torna-se mais forte e significativa, dando suporte a evidências sobre o comportamento dos ciclos a longo prazo dos preços das matérias-primas. Concluem ainda que, as correlações não são homogêneas e variam ao longo do tempo, sugerindo que o contágio não é consistente durante períodos de mercado turbulentos e que, as razões para os efeitos divergentes decorrem da natureza das mercadorias individualmente.
Ha, (2023)	2018 - 2022	TVP VAR (<i>Time-varying parameter vector autoregressions</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Commodities</i> (VOL_OVX; índice da volatilidade do ouro) • Ações (VOL_VIX). 	O mercado do petróleo foi o instrumento financeiro mais atingido com o início da guerra, os choques neste mercado tiveram um impacto negativo nos restantes. Verifica-se que, os mercados estão interligados, tanto em situações normais quanto em situações de maiores conflitos, no entanto, o período da guerra teve impacto na interação entre estes três mercados. Constam uma maior volatilidade durante a guerra nos três mercados analisados, com destaque para o mercado petrolífero, que impactou de forma significativa os restantes.

2. Metodologia

Com o propósito de dar resposta à questão em estudo, avaliar o efeito que um choque na rentabilidade de um instrumento financeiro provoca nas rentabilidades dos restantes, recorre-se ao modelo autoregressivo (VAR). Para além disso pretende-se também avaliar o impacto causal de cada variável nas restantes (duas a duas), utilizando a função impulso resposta (IRF – Impulse Response Function). As funções de impulso resposta são utilizadas para capturar os mecanismos de propagação de um choque ao longo do tempo (Hatemi-J, 2014). Adicionalmente efetua-se o teste de causalidade de Granger para aferir o impacto causal entre os instrumentos (Adekoya & Oliyide, 2021).

O modelo Vector Autoregressive Model (VAR) foi desenvolvido por Christopher A. Sims em 1980. Esta metodologia permite analisar um grande número de variáveis endógenas em simultâneo e, avaliar o modo como, cada variável é explicada pelo seu valor desfasado e pelos valores desfasados das restantes variáveis do modelo (Musyoki et al., 2023). Esta metodologia é muito utilizada para analisar a evolução e as interdependências entre múltiplas séries temporais, pelo que, a adotaremos à semelhança de outros estudos (Charda & Pendaraki, 2023; Ha, 2023; Pradhan, 2018) realizados neste âmbito.

Pradhan (2018) utiliza o modelo VAR para estudar a relação entre a evolução do mercado de ações e o crescimento económico per capita para o conjunto de países do G-201, com dados recolhidos no intervalo temporal de 1980 a 2015. A conclusão não é idêntica para todos os países, tendo-se constatado que, em alguns países, as variáveis em análise eram independentes e, noutros, o crescimento do mercado de ações conduzia a um crescimento económico e, para outros países a causalidade era inversa.

Por sua vez Charda & Pendaraki (2023) com o objetivo de analisar o efeito de contágio entre os mercados acionistas europeus desenvolvidos (DAX30 alemão, FTSE 100 britânico e CAC40 francês), os mercados acionistas europeus em desenvolvimento (FTSE MIB italiano, ATX grego, PSI20 português e IBEX35 espanhol) e, o mercado argentino (S&P argentino) utilizam o modelo do vetor autorregressivo. Concluíram que, as economias desenvolvidas têm impacto nos mercados em desenvolvimento, mas o nível de influência depende do país de origem, da intensidade do choque e do país que é impactado.

¹ G-20: África do Sul, Alemanha, Arábia Saudita, Argentina, Austrália, Brasil, Canadá, China, Coreia do Sul, Estados Unidos, França, Índia, Indonésia, Itália, Japão, México, Reino Unido, Rússia e Turquia

Ha (2023) utiliza o modelo TVP-VAR (time-varying parameter vector autoregression) para analisar o impacto que as situações de crise têm na volatilidade de três mercados: mercado do petróleo, no mercado do ouro e no mercado das ações. Avaliou a variação do risco dos três mercados em análise, após o início da guerra na Ucrânia, tendo concluído que, o mercado que mais sofreu com esta crise foi o mercado petrolífero.

A implementação desta metodologia carece da avaliação de um conjunto de pressupostos.

Pode definir-se o modelo VAR, composto pelas quatro variáveis em estudo, através das seguintes expressões:

$$S_t = \alpha_1 + \theta_{11}S_{t-p} + \theta_{12}O_{t-p} + \theta_{13}D_{t-p} + \theta_{14}C_{t-p} + \varepsilon_{1t}$$

$$O_t = \alpha_2 + \theta_{21}S_{t-p} + \theta_{22}O_{t-p} + \theta_{23}D_{t-p} + \theta_{24}C_{t-p} + \varepsilon_{2t}$$

$$D_t = \alpha_3 + \theta_{31}S_{t-p} + \theta_{32}O_{t-p} + \theta_{33}D_{t-p} + \theta_{34}C_{t-p} + \varepsilon_{3t}$$

$$C_t = \alpha_4 + \theta_{41}S_{t-p} + \theta_{42}O_{t-p} + \theta_{43}D_{t-p} + \theta_{44}C_{t-p} + \varepsilon_{4t}$$

Onde S representa a rentabilidade do índice Euro Stoxx 50, O a rentabilidade do índice de obrigações FTSE MTS Eurozone Government Bond, D a rentabilidade do índice Dow Jones Commodity, e por fim, C a rentabilidade do índice cambial US Dollar. Por sua vez, ε_{it} são os resíduos de cada equação, θ correspondem aos coeficientes a serem estimados e p representa o número de lags, ou seja, o número ideal de períodos de desfasamento determinados pelo modelo.

Para a correta aplicação da metodologia do vetor autorregressivo, é importante, previamente, analisar se as séries em estudo são estacionárias e garantir que os choques causados por variáveis externas ao modelo não estão correlacionados (Mushtaq, 2011).

Nas séries estacionárias, a média, a variância e a covariância não variam com o tempo, facilitando o estudo e modelação. Numa série estacionária, os choques sofridos num determinado momento não a afetam a longo prazo, dissipando-se os seus efeitos no curto prazo. No entanto, a maioria das séries temporais não são estacionárias sendo necessário transformá-las, diferenciando a série até se obter a sua estacionaridade.

Para estudar a estacionaridade ou não estacionaridade das séries, são utilizados dois testes de raiz unitária: Dickey-Fuller Aumentado (ADF) e, o teste de estacionariedade de Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS). Aplicaremos apenas o primeiro referido.

O teste Augment Dickey-Fuller, desenvolvido por Dickey e Fuller (1979), é um teste que permite analisar a estacionaridade das séries temporais, avaliando se têm uma raiz unitária, adicionando valores desfasados das variáveis independentes até que, se obtenham erros que não são auto correlacionados no modelo (Dickey & Fuller, 1979).

$$\begin{cases} H_0 = A \text{ série tem raiz unitária, ou seja, é uma série não estacionária} \\ H_1 = A \text{ série não tem raiz unitária, ou seja, é uma série estacionária;} \end{cases}$$

Se o p-value for inferior ao nível de significância escolhido, rejeita-se a hipótese nula, podendo assim concluir-se que a série é estacionária.

Por sua vez, o teste Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS), tem como hipóteses em estudo:

$$\begin{cases} H_0 = A \text{ série é estacionária;} \\ H_1 = A \text{ série é não estacionária;} \end{cases}$$

Neste caso, se o p-value for superior ao nível de significância, não se rejeita a hipótese nula e pode-se concluir que a série é estacionária.

Para além da análise anterior, torna-se ainda necessário assegurar que variáveis não incluídas no modelo (expressas nos erros ou resíduos), não contêm qualquer informação relevante para a estimação dos valores (Evžen Kočenda & Černý, 2016). Assim na aplicação do modelo VAR assume-se que os resíduos não são correlacionados. Quando isto não se verifica, os coeficientes estimados no modelo VAR podem não ser ótimos, afetando a precisão dos testes estatísticos baseados no modelo.

Para se analisar a não correlação dos resíduos utiliza-se o teste LM de Breusch Godfrey, desenvolvido por Breusch & Pagan para confirmar se existe correlação entre os resíduos do modelo em análise, testando as seguintes hipóteses:

$$\begin{cases} H_0 = Não há correlação entre os erros; \\ H_1 = Há correlação entre os erros; \end{cases}$$

Se o pvalue for inferior ao nível de significância utilizado no estudo, pode rejeitar-se a hipótese nula, concluindo que há correlações significativas entre os resíduos do modelo.

Na aplicação do modelo VAR assume-se ainda a normalidade dos resíduos. Para verificar que se cumpre este pressuposto, utiliza-se o teste Jarque-Bera, que considera dois aspetos na sua análise, a assimetria e a curtose e são testadas as seguintes hipóteses:

$$\begin{cases} H_0 = \text{Os resíduos são normalmente distribuídos;} \\ H_1 = \text{Os resíduos não são normalmente distribuídos;} \end{cases}$$

Depois de avaliados os pressupostos anteriores, para se aplicar o modelo VAR é essencial definir o número ideal de lags, ou seja, o número de defasamentos temporais a utilizar na análise, permitindo esta escolha melhorar a precisão das estimações e evita o excesso de informação. Este valor é definido analisando os seguintes critérios estatísticos, o Critério de Informação de Akaike (AIC) e o Critério de Informação de Schwarz (SIC).

O Critério de Informação de Akaike, permite comparar modelos com diferentes números de defasamentos temporais e, seleccionar o modelo que melhor se ajusta aos dados. Matematicamente o AIC é calculado pela seguinte fórmula:

$$AIC = -2\log(L) + 2p$$

Sendo L a máxima verosimilhança (estima os valores dos vários parâmetros do modelo, maximizando a probabilidade dos dados observados) e p o número de lags.

O Critério de Informação de Schwarz (SIC) é semelhante ao modelo estatístico anterior, expresso matematicamente da seguinte forma:

$$SIC = -2\log(L) + p * \log(n)$$

Sendo L a máxima verosimilhança, p o número de lags e n o tamanho da amostra.

O melhor modelo será aquele que apresentar menores valores de AIC e SIC.

Após definir o número de lags ideais para utilizar no modelo, é importante confirmar se o modelo criado é estável, ou seja, por forma a verificar se existe a estabilidade necessária para se poder calcular as funções impulso resposta. Se o modelo não for estável, o cálculo das funções impulso-resposta podem não ser fidedignas, podendo gerar respostas exageradas. Com esta finalidade, utiliza-se o teste da matriz de coeficientes do VAR, que analisa se todos os autovalores desta matriz têm módulos menores que 1, ou seja, se todos os autovalores estão dentro do círculo unitário. Se a resposta for afirmativa, conclui-se que o modelo é estável.

Por fim, para analisar se todas as variáveis do modelo têm um efeito causal sobre as restantes, recorre-se à Causalidade de Granger que testa se o valor atual de uma variável é impactado pelos valores históricos das restantes. Assim, consegue-se avaliar se alguma das variáveis não tem impacto na estimação do modelo, podendo ser retirada. As estatísticas de causalidade de Granger são estatísticas que testam as seguintes hipóteses:

$$\begin{cases} H_0 = \theta_{ij, i \neq j} = 0, & \text{para qualquer desfasamento temporal;} \\ H_1 = \theta_{ij, i \neq j} \neq 0, & \text{pelo menos para um desfasamento temporal;} \end{cases}$$

Se o p-value for inferior ao nível de significância, rejeita-se a hipótese nula e conclui-se que a variável em análise i é relevante para prever a variável j . (Granger, 1980).

Para complementar a análise do VAR, utiliza-se a Função Impulso Resposta (IRF). Esta ferramenta permite analisar graficamente o efeito do choque de um desvio padrão numa determinada variável no momento t_0 e a sua resposta nos valores atuais e futuros das restantes variáveis do modelo (Stock & Watson, 2001). Esta ferramenta permite avaliar a amplitude que um choque tem numa outra variável ao longo do tempo, sendo possível analisar se existiram períodos em que o impacto foi maior relativamente aos restantes.

3. Análise de Resultados

Neste capítulo serão analisados os resultados obtidos com o objetivo de verificar a existência de interação entre os mercados financeiros em análise, procurando entender o impacto que um choque na rentabilidade de um dos mercados provoca na rentabilidade dos restantes. Para este efeito foi utilizado o *software* STATA, que permitiu construir o modelo VAR com as variáveis em estudo e posteriormente apresentar os gráficos de impulso resposta. Ao longo desta secção será realizada uma breve descrição da amostra recolhida, a análise e apresentação dos resultados obtidos. São ainda apresentados todos os testes realizados de modo a verificar se se cumprem todos os pressupostos, para garantir que o modelo VAR obtido apresenta conclusões fidedignas.

3.1 Dados e amostra

A amostra analisada é composta pelas rentabilidades diárias dos seguintes mercados financeiros: o índice de ações Euro Stoxx 50 (EURO_STOX), composto por cinquenta ações da zona euro (Tsenkov & Mirchev, 2019), o índice de obrigações FTSE MTS Eurozone Government Bond, (BOND_FTSE) composto por títulos de dívida emitidos pelos governos dos principais países da zona euro, o índice das commodities (CMD_DWJ), que inclui vinte e duas mercadorias, incluindo metais, produtos agrícolas e setores energéticos (Piotrowski, 2023), denominado índice Dow Jones Commodity Index,. Por fim, a amostra é ainda composta pelas rentabilidades históricas do índice cambial US dólar index (USD_IDX), que avalia o valor do dólar americano em relação a seis das principais moedas estrangeiras (o Euro, o Yene japonês, a Libra esterlina, o Dólar canadiano, o Franco suíço e a Coroa sueca) (Kumbure et al., 2022). Todas as rentabilidades históricas foram recolhidas na página *www.investing.com* para o período de 07 de março de 2014 a 31 de dezembro de 2023, tendo sido extraídos 3.466 registos diários.

3.2 Análise da base de dados

Tabela 2 - Análise descritiva das rendibilidades diárias das variáveis da amostra.

Fonte: Software STATA

Variable	Obs	Mean	Std. dev.	Min	Max
EURO_STOX	3,469	.0001534	.0123558	-.124	.0924
BOND_FTSE	3,469	.0000632	.0033845	-.0191	.0207
CMD_DWJ	3,469	.0004033	.0096068	-.0812	.043
USD_IDX	3,469	.0001861	.0044662	-.0237	.0244

Da análise à base de dados (Tabela 2) observamos que todas as variáveis analisadas obtiveram, ao longo do período em análise, uma rentabilidade média positiva. O índice das *commodities* (CMD_DWJ), foi o instrumento financeiro que apresentou uma maior rentabilidade média diária. Por sua vez, o índice das obrigações europeias a 10 anos (BOND_FTSE) foi o mercado que registou uma menor rentabilidade diária no período em análise.

Em termos de risco, concluímos também que para o período em análise foi o índice das ações EURO STOXX 50 (EUR_STOX), que apresentou uma maior volatilidade na rentabilidade diária, apresentando um maior desvio padrão, indicando ser o instrumento financeiro que apresenta um maior risco entre os analisados, ao contrário do índice das obrigações FTSE (BOND_FTSE), que tal como seria de esperar, foi o instrumento financeiro com um menor desvio padrão, confirmando o seu perfil de baixo risco.

3.2.1 Matriz da correlação de Pearson

Tabela 3 - Matriz de correlação de Pearson.
Fonte: Software STATA

	EURO_STOX	BOND_FTSE	CMD_DWJ	USD_IDX
EURO_STOX	1.0000			
BOND_FTSE	0.0490*	1.0000		
CMD_DWJ	0.2912*	-0.0168	1.0000	
USD_IDX	-0.0292	-0.0763*	-0.2261*	1.0000

O coeficiente de correlação de Pearson é uma ferramenta analítica que mede a força e a direção de uma relação linear entre duas variáveis (Zhou et al., 2016). Os valores da correlação de Pearson variam entre -1 e 1, com -1 e 1 a indicar uma correlação perfeita, negativa e positiva, respectivamente. O valor de correlação 0 indica que não há qualquer correlação entre as variáveis.

Analisando a matriz da correlação de Pearson (Tabela 3) verifica-se que, para um nível de significância de 5%, a rentabilidade diária das ações europeias (EURO_STOX) se correlaciona significativamente com a rentabilidade das obrigações europeias (BOND_FTSE) e com a rentabilidade do índice das *commodities* (CMD_DWJ), ambos de forma positiva, ou seja, um aumento na rentabilidade da variável EURO_STOX é normalmente acompanhada por um aumento da rentabilidade nas duas outras variáveis. No entanto, a variável EURO_STOX não se correlaciona de forma significativa com o índice do valor do dólar (USD_IDX).

As obrigações europeias a 10 anos (BOND_FTSE) correlacionam-se de forma significativa com as ações europeias (EURO_STOX) e com o valor do dólar (USD_IDX), sendo que se correlaciona de forma positiva com a variável EURO_STOX, como já analisado acima, mas correlaciona-se de forma negativa com o índice do valor do dólar (USD_IDX), ou seja, é de esperar que um aumento na rentabilidade das obrigações europeias seja acompanhado por uma desvalorização do dólar. A variável BOND_FTSE não tem uma correlação significativa com a rentabilidade do índice da *commodities* Dow Jones.

Por sua vez o valor do dólar (USD_IDX) correlaciona-se negativa e de forma significativa com o valor das obrigações (BOND_FTSE) e com o valor do índice das *commodities* (CMD_DWJ), mas não se correlaciona de forma significativa com a rentabilidade das ações europeias (EURO_STOX).

3.3 Pressupostos do modelo VAR

Como abordado no capítulo da metodologia, para a aplicação do modelo VAR, alguns pressupostos têm de ser cumpridos, assim, serão apresentados nesta secção todos os testes elaborados.

3.3.1 Estacionaridade das variáveis

Inicialmente, é essencial garantir que todas as variáveis que estão a ser utilizadas no estudo são estacionárias, ou seja, se a as suas propriedades estatísticas se mantêm inalteradas ao longo do tempo. Para verificar este pressuposto utiliza-se o teste de Dickey-Fuller Aumentado (ADF), que avalia, se as variáveis são estacionárias. Este teste tem como hipótese nula que as séries temporais têm raiz unitária, ou seja, que são não estacionárias.

Figura 1 - Teste Dickey-Fuller às variáveis EURO_STOX (esquerda) e BOND_FTSE (direita)
Fonte: Software STATA

	Test statistic	Dickey-Fuller critical value		
		1%	5%	10%
Z(t)	-43.854	-3.430	-2.860	-2.570

MacKinnon approximate p -value for Z(t) = 0.0000.

	Test statistic	Dickey-Fuller critical value		
		1%	5%	10%
Z(t)	-40.435	-3.430	-2.860	-2.570

MacKinnon approximate p -value for Z(t) = 0.0000.

Figura 2 - Teste Dickey-Fuller às variáveis CMD_DWJ (esquerda) e USD_IDX (direita)
Fonte: Software STATA

	Test statistic	Dickey-Fuller critical value		
		1%	5%	10%
Z(t)	-44.164	-3.430	-2.860	-2.570

MacKinnon approximate p -value for Z(t) = 0.0000.

	Test statistic	Dickey-Fuller critical value		
		1%	5%	10%
Z(t)	-42.305	-3.430	-2.860	-2.570

MacKinnon approximate p -value for Z(t) = 0.0000.

Nos testes de Dickey-Fuller Aumentado (Figuras 1 e 2) elaborados para as variáveis, pode-se concluir que todas são estacionárias. Permite assim, continuar o estudo sem necessidade de alterações às variáveis.

3.3.2 Cálculo do número de lags a utilizar

Para aplicar o modelo VAR é essencial definir o número ideal de lags, ou seja, o número de defasamentos temporais a utilizar na análise, permitindo esta escolha melhorar a precisão das estimações e evitar o excesso de informação.

Tabela 4 - Número de lags ótimo
Fonte: Software STATA

Lag	LL	LR	df	p	FPE	AIC	HQIC	SBIC
0	50374.7				2.8e-18	-29.074	-29.0714	-29.0669
1	51071.8	1394.2	16	0.000	1.9e-18	-29.4671	-29.4544	-29.4316*
2	51129.2	114.75	16	0.000	1.8e-18	-29.491	-29.4682	-29.4271
3	51179.5	100.66*	16	0.000	1.8e-18*	-29.5108*	-29.4779*	-29.4185
4	51187.1	15.145	16	0.514	1.8e-18	-29.5059	-29.4628	-29.3852

* optimal lag

Analisando a Tabela 4 que apresenta o número ideal de lags a serem utilizadas segundo vários critérios, irá seguir-se o critério de Informação de Akaike (AIC), analisado na secção da Metodologia, que define que o número de lags ótima é 3. Assim, no nosso modelo VAR, que será apresentado de seguida, iremos utilizar três dias de defasamento temporal.

3.4 Estimação do modelo VAR

Nas tabelas seguintes (Tabela 5 à Tabela 8) apresentamos os resultados do modelo Vector Autorregressivo (VAR), utilizado para estudar a existência de relações dinâmicas entre o índice EUROSTOXX (EURO_STOX), o índice FTSE composto por obrigações europeias a 10 anos (BOND_FTSE), o índice das *commodities* Dow Jones (CMD_DWJ) e o índice do dólar (USD_IDX).

Tabela 5 - Modelo VAR para a equação que tem a variável EURO_STOX como dependente
Fonte: Software STATA

	Coefficient	Std. err.	z	P> z	[95% conf. interval]	
EURO_STOX						
EURO_STOX						
L1.	.2538031	.0176297	14.40	0.000	.2192496	.2883566
L2.	.1133692	.018124	6.26	0.000	.0778468	.1488916
L3.	-.087503	.0176337	-4.96	0.000	-.1220644	-.0529417
BOND_FTSE						
L1.	.1410993	.063544	2.22	0.026	.0165553	.2656433
L2.	.039682	.0664907	0.60	0.551	-.0906374	.1700013
L3.	.0291556	.0636764	0.46	0.647	-.0956479	.1539591
CMD_DWJ						
L1.	.0614453	.0230957	2.66	0.008	.0161786	.106712
L2.	-.0289233	.0236609	-1.22	0.222	-.0752978	.0174512
L3.	.032157	.023106	1.39	0.164	-.01313	.077444
USD_IDX						
L1.	.0522822	.0485508	1.08	0.282	-.0428756	.1474401
L2.	-.0860958	.0503692	-1.71	0.087	-.1848176	.0126259
L3.	.1213625	.0484409	2.51	0.012	.0264201	.2163048
_cons	.0000563	.0002001	0.28	0.778	-.0003358	.0004485

Analisando a Tabela 5 que apresenta os resultados do modelo VAR para a EURO_STOX como variável dependente, podemos concluir que o valor atual da variável EURO_STOX é afetado de forma significativa pelos seus valores desfasados a 1, 2 e 3 dias. Tendo um impacto positivo com 1 e 2 desfasagens, passando a ter uma influência negativa sobre o seu valor atual com 3 desfasagens, o que indica que um período de crescimento da rentabilidade das ações das empresas que compõe a EUROSTOXX por dois dias é de esperar que passados três dias, seja seguido por uma desaceleração deste crescimento, havendo uma tendência para diminuir a sua rentabilidade. O efeito informacional passado influencia a rentabilidade atual.

A variável BOND_FTSE, que representa o índice das obrigações europeias a 10 anos, tem uma influência significativa com desfasagem de um dia sobre a rentabilidade atual das ações, tendo um impacto positivo, ou seja, com uma subida no dia anterior da rentabilidade das obrigações, é esperado que o valor atual das ações aumente. O otimismo e a expectativa dos investidores em relação ao futuro, parece impactar de forma positiva os dois mercados, mas esta influência é limitada ao curto prazo imediato, sendo que, o valor das taxas de juro das

obrigações europeias a 10 anos com defasagem de 2 e 3 dias parecem não influenciar o valor da rentabilidade atual das ações EUROSTOXX.

Por sua vez, a rentabilidade do dia anterior do índice das *commodities* (CMD_DWJ) tem também uma influência significativa no valor atual da rentabilidade das ações que compõe o índice EUROSTOX, sendo esta influência positiva. Isto vai ao encontro dos estudos elaborados por (Lu et al., 2017) e (Mensi et al., 2017), que concluem que existia uma influência positiva do mercado das *commodities*, especificamente do preço do petróleo, no mercado acionista. Como o petróleo é uma das mercadorias que compõe este índice, os resultados do nosso estudo vão ao encontro das conclusões destes dois estudos, sendo possível verificar que o índice das *commodities* DOW JONES influencia de forma significativa o preço das ações, o que pode ser justificado pelo aumento do preço das *commodities* sinalizar um ambiente de crescimento económico global, o que melhora a rentabilidade das empresas de energia e matérias-primas que compõe o índice EUROSTOX, fazendo assim aumentar a rentabilidade deste índice.

Por fim, analisando a influência do valor do índice do dólar (USD_IDX) no mercado acionista, verifica-se que com dois dias de defasamento para um nível de significância de 10%, a variação do valor do dólar tem um impacto negativo na rentabilidade atual das ações europeias, podendo ser justificado pelo facto de que uma valorização do dólar, tornar a competitividade das exportações europeia mais fraca, o que leva a uma diminuição da rentabilidade das ações europeias. No entanto, esta tendência parece alterar para três dias de defasagem, em que o impacto continua a ser significativo, mas passa a ser positivo, ou seja, quando o dólar deprecia há três dias, a rentabilidade atual das ações europeias irá também diminuir, o que mostra como as relações entre as rentabilidades dos diferentes instrumentos financeiros não são estáticas e parecem transformar-se de acordo com as condições de mercado, como referido na revisão da literatura (Albulescu et al., 2019; Bagheri & Ebrahimi, 2020).

Tabela 6 - Modelo VAR para a equação que tem a variável BOND_FTSE como dependente
 Fonte: Software STATA

	Coefficient	Std. err.	z	P> z	[95% conf. interval]	
BOND_FTSE						
EURO_STOX						
L1.	.0030671	.0047151	0.65	0.515	-.0061744	.0123086
L2.	-.0048646	.0048473	-1.00	0.316	-.0143652	.004636
L3.	.0072039	.0047162	1.53	0.127	-.0020397	.0164475
BOND_FTSE						
L1.	.3295124	.0169951	19.39	0.000	.2962026	.3628223
L2.	.109491	.0177832	6.16	0.000	.0746365	.1443455
L3.	-.0595547	.0170306	-3.50	0.000	-.0929339	-.0261754
CMD_DWJ						
L1.	-.0015281	.006177	-0.25	0.805	-.0136348	.0105787
L2.	-.0002759	.0063282	-0.04	0.965	-.0126789	.0121272
L3.	-.0166057	.0061798	-2.69	0.007	-.0287179	-.0044935
USD_IDX						
L1.	.0076406	.0129851	0.59	0.556	-.0178098	.033091
L2.	-.0364328	.0134715	-2.70	0.007	-.0628364	-.0100292
L3.	-.0081512	.0129557	-0.63	0.529	-.0335439	.0172416
_cons	.0000536	.0000535	1.00	0.317	-.0000513	.0001585

Passando agora para a análise dos resultados do modelo VAR para a equação representativa do valor atual da variável BOND_FTSE (Tabela 6), podemos verificar que é influenciada de forma positiva pelo seu próprio valor com 1 e 2 dias de defasagem, passando o seu valor a ser afetado de forma negativa com 3 dias de defasagem, com comportamento semelhante ao que ocorre no mercado acionista, o mercado ajusta-se passado três dias e, há uma reversão da tendência passada. O valor do índice das *commodities* (CMD_DWJ) afeta, com 3 dias de defasagem, de forma significativa o valor atual das obrigações europeias. Esta influência é negativa, o que mostra que se a rentabilidade das *commodities* aumenta, no intervalo de três dias, é expectável que a rentabilidade das obrigações diminua, o que representa uma relação inversa entre estes dois mercados financeiros, sugerindo assim que, é provável que quando os investidores estão com menos aversão ao risco escolhem o índice das *commodities* para investir, trocando o seu investimento nas obrigações, pelo mercado mais arriscado, mas com mais rentabilidade. Também pode ser justificado pelo facto do aumento dos valores das *commodities* ser justificado por um aumento da inflação, o que normalmente é acompanhado por um aumento das taxas de juro, o que faz com que os valores das obrigações já existentes caiam, pois, os novos títulos são emitidos com cupões mais elevados que reflitam as taxas de juro mais altas.

O valor atual das obrigações é ainda afetado de forma negativa pelo valor do índice do dólar (USD_IDX) com dois dias de defasagem do índice do dólar, sendo expectável, uma vez

que, o índice do valor do dólar em análise é composto também pela análise do conjunto de moedas USD/EUR, quando o dólar desvaloriza, o euro valoriza, levando a um otimismo na Europa, o que conduz a um aumento da rentabilidade das obrigações europeias.

Tabela 7 - Modelo VAR para a equação que tem a variável CMD_DWJ como dependente
Fonte: Software STATA

	Coefficient	Std. err.	z	P> z	[95% conf. interval]	
CMD_DWJ						
EURO_STOX						
L1.	.0037351	.0137938	0.27	0.787	-.0233001	.0307704
L2.	.0281178	.0141806	1.98	0.047	.0003244	.0559112
L3.	.0126544	.0137969	0.92	0.359	-.014387	.0396959
BOND_FTSE						
L1.	.0367193	.049718	0.74	0.460	-.0607262	.1341648
L2.	-.094487	.0520235	-1.82	0.069	-.1964512	.0074773
L3.	.0505167	.0498216	1.01	0.311	-.0471318	.1481653
CMD_DWJ						
L1.	.2563235	.0180705	14.18	0.000	.220906	.291741
L2.	.0819671	.0185127	4.43	0.000	.0456829	.1182513
L3.	-.0605686	.0180786	-3.35	0.001	-.096002	-.0251352
USD_IDX						
L1.	-.0507011	.0379871	-1.33	0.182	-.1251544	.0237521
L2.	.0413418	.0394098	1.05	0.294	-.0358999	.1185835
L3.	-.0008822	.037901	-0.02	0.981	-.0751668	.0734024
_cons	.0002871	.0001565	1.83	0.067	-.0000198	.0005939

Analisando a equação do modelo VAR que tem o índice das commodities (CMD_DWJ) como variável dependente (Tabela 7) concluímos que o valor atual dessa variável é afetado de forma significativa pelo valor com dois dias de defasagem da rentabilidade das ações europeias, ou seja, há uma associação positiva entre o valor atual da primeira e o valor de há dois dias da segunda, o que vai de encontro aos resultados obtidos no estudo abordado na Revisão da Literatura de Reboredo et al. (2021), que analisava a interação entre o mercado acionista, cambial e das *commodities*, tendo concluído que o mercado acionista é o principal transmissor de choques para o mercado das *commodities*, sendo que o mercado cambial não tinha tanta influência, o que realmente se verifica, sendo que na amostra em estudo, o valor do dólar não tem influência significativa sobre o valor atual do índice Dow Jones para as *commodities*. Na revisão da literatura é defendido que o mercado acionista é um bom indicador da situação financeira global (Lu et al., 2017), sendo que quando o mercado acionista está com bom retorno, indica um cenário de crescimento económico, com um aumento da atividade económica, aumentando a produção e o consumo de mercadorias, sendo assim justificado o aumento da rentabilidade das *commodities*.

Tem também influência o valor das obrigações com duas defasagens, sobre a rentabilidade atual das *commodities*, no entanto, ao contrário das ações europeias, que tinham uma influência positiva, a rentabilidade do índice das obrigações europeias com dois dias de defasagem, tem um impacto negativo sobre o valor atual das *commodities*, o que mostra que quando as obrigações oferecem maior rentabilidade, há uma diminuição do investimento em *commodities*, passando os investidores a terem preferência pela aposta em obrigações. Este comportamento reflete a relação inversa que costuma existir entre estes dois mercados, sendo justificado pela aversão ao risco, que leva os investidores a preferir investir num instrumento financeiro menos arriscado em vez de assumirem o risco de investir no mercado da *commodities*, que como vimos na análise das variáveis em análise é um instrumento financeiro com maior risco (maior desvio-padrão), do que o índice das obrigações (BOND_FTSE), que é o instrumento financeiro com menos risco.

Por fim, verifica-se ainda que o valor atual das *commodities* (CMD_DWJ), é também influenciado de forma significativo pelo seu próprio valor, com 1, 2 e 3 defasamentos, tendo à semelhança dos outros dois mercados analisados (EURO_STOX; BOND_FTSE), uma influência positiva com um e dois defasamentos, passando a ter uma influência negativa com três defasamentos, o que demonstra a transmissão da informação passada na rentabilidade atual da variável CMD_DWJ.

Tabela 8 - Modelo VAR para a equação que tem a variável USD_IDX como dependente
 Fonte: Software STATA

	Coefficient	Std. err.	z	P> z	[95% conf. interval]	
USD_IDX						
EURO_STOX						
L1.	-.0224363	.0063067	-3.56	0.000	-.0347971	-.0100755
L2.	-.0040433	.0064835	-0.62	0.533	-.0167507	.0086642
L3.	-.0006327	.0063081	-0.10	0.920	-.0129963	.011731
BOND_FTSE						
L1.	-.0606069	.0227316	-2.67	0.008	-.1051601	-.0160537
L2.	.0615636	.0237858	2.59	0.010	.0149444	.1081828
L3.	-.0158816	.022779	-0.70	0.486	-.0605276	.0287645
CMD_DWJ						
L1.	-.0085933	.008262	-1.04	0.298	-.0247866	.0076
L2.	.009589	.0084642	1.13	0.257	-.0070005	.0261786
L3.	-.0120015	.0082657	-1.45	0.147	-.0282021	.004199
USD_IDX						
L1.	.2974305	.0173681	17.13	0.000	.2633896	.3314714
L2.	.0900789	.0180186	5.00	0.000	.0547631	.1253946
L3.	-.0902567	.0173288	-5.21	0.000	-.1242205	-.056293
_cons	.0001396	.0000716	1.95	0.051	-6.87e-07	.0002799

Na última tabela desta secção (Tabela 8) é apresentado o modelo VAR com o índice do dólar (USD_IDX) como variável dependente e podemos concluir que há uma associação significativa entre o valor atual do índice do dólar e o valor do dia anterior das ações que compõe o índice do EUROSTOX (EURO_STOX), sendo esta associação negativa, ou seja, com uma subida da rentabilidade nas ações europeias no dia anterior, é expectável que o dólar deprecie, possivelmente devido a uma maior confiança no mercado europeu, o que faz valorizar o euro e por contrapartida leva à depreciação do dólar. O BOND_FTSE afeta o índice do dólar de forma significativa após 1 e 2 desfasagens, mas de forma oposta, tendo um impacto negativo no curto prazo, com um dia de desfasagem, mas passa a ter uma influência positiva com dois dias de desfasagens, assim, quando a rentabilidade das obrigações europeias aumenta, os investidores podem num momento inicial interpretar este aumento, como uma potencial diminuição das taxas de juros na Europa, sendo atrativo para os investidores apostarem nas obrigações europeias, transferindo os seus recursos alocados em dólares, para ativos europeus, o que leva a uma desvalorização do dólar face ao euro. Após este impacto inicial, há uma reavaliação das condições económicas, e se as condições americanas continuarem a ser mais favoráveis e atrativas que as obrigações europeias, é provável que os investidores americanos regressem aos seus investimentos em dólar.

O valor das *commodities* não impacta de forma significativa o valor do dólar para nenhuma desfasagem, não havendo assim evidências de um impacto claro e direto sobre o índice do dólar para o período analisado.

Por fim o índice do dólar apresenta uma associação significativa com as suas próprias defasagens de 1, 2 e 3 períodos, de forma semelhante ao que acontece nas restantes variáveis em análise, tendo uma influência positiva com 1 e 2 dias de defasagem, passando a ter uma influência negativa com três dias de defasagem, o que mostra também um ajustamento do mercado passados esses três dias.

Após apresentarmos o modelo VAR, é necessário verificar se se cumprem alguns pressupostos, já apresentados no capítulo da Metodologia, para garantir que as conclusões retiradas do modelo acima são fidedignas e que o modelo VAR fornecerá estimativas confiáveis.

3.4.1 Normalidade dos resíduos

Na aplicação do modelo VAR assume-se que os resíduos seguem uma distribuição normal, para verificar que este pressuposto se cumpre no modelo apresentado anteriormente, aplica-se o teste de Jarque-Bera (Tabela 9), que tem como hipótese nula os resíduos do modelo seguirem uma distribuição normal. Assim conclui-se que os resíduos do modelo não seguem distribuição normal, apresentando o p-value inferior a 5%, para todas as variáveis da modelo.

*Tabela 9 - Teste da normalidade dos resíduos Jarque-Bera.
Fonte: Software STATA*

Equation	chi2	df	Prob > chi2
EURO_STOX	1.1e+04	2	0.00000
BOND_FTSE	3445.879	2	0.00000
CMD_DWJ	3071.349	2	0.00000
USD_IDX	924.321	2	0.00000
ALL	1.9e+04	8	0.00000

Concluindo-se que o pressuposto da normalidade não se verifica é essencial perceber quais as implicações que a quebra deste pressuposto tem na fiabilidade das estimativas do modelo em análise.

(Lütkepohl, 2007) sugere que, embora a normalidade dos resíduos possa ser útil para simplificar as inferências estatísticas em modelos VAR, sendo desejável para a construção de intervalos de confiança, não é uma condição estritamente necessária para a estimação dos parâmetros do VAR, nem coloca em causa a validade dos resultados das funções de resposta ao impulso. Assim, baseado no estudo deste autor irá continuar-se a análise baseada no modelo anteriormente apresentado.

3.4.2 Autocorrelação dos resíduos

Outro pressuposto que é assumido no momento da construção do modelo VAR é a inexistência de correlação entre os resíduos do modelo, sendo esta condição essencial para se progredir com a análise, aplica-se assim, o teste de Lagrange Multiplier Breusch Godfrey, já apresentado na metodologia que avalia a não correlação dos resíduos.

Tabela 10 - Teste Lagrange Multiplier Breusch Godfrey.
Fonte: Software STATA

Lagrange-multiplier test

lag	chi2	df	Prob > chi2
1	15.0523	16	0.52081
2	23.7970	16	0.09403
3	23.2852	16	0.10632

H0: no autocorrelation at lag order

Na Tabela 10 verifica-se que para um nível de significância de 5%, não existe autocorrelação dos resíduos, uma vez que não se rejeita a hipótese nula. Pode-se assim, continuar com o modelo atual, sem ser necessário efetuar alterações ao mesmo.

3.4.3 Estabilidade do modelo

Por fim é ainda necessário estudar a estabilidade do modelo, de modo a verificar se existe a estabilidade necessária para calcular as funções de resposta ao impulso.

Tabela 11 - Teste da estabilidade do modelo.
Fonte: Software STATA

Eigenvalue stability condition

Eigenvalue	Modulus
.3706251 + .2849287i	.46749
.3706251 - .2849287i	.46749
.3430798 + .3082199i	.461198
.3430798 - .3082199i	.461198
-.4454268 + .02075941i	.44591
-.4454268 - .02075941i	.44591
.4018797 + .1711933i	.436823
.4018797 - .1711933i	.436823
-.3712097 + .08165047i	.380083
-.3712097 - .08165047i	.380083
.2695868 + .2344599i	.357279
.2695868 - .2344599i	.357279

All the eigenvalues lie inside the unit circle.
VAR satisfies stability condition.

A Tabela 11 apresenta o cálculo das raízes do polinômio característico, sendo necessário garantir que todas as raízes estão dentro do círculo unitário. Conclui-se que o modelo é estável, podendo, deste modo, prosseguir-se para a análise das Funções de Impulso Resposta (IFR).

3.5 Causalidade de Granger

Para analisar se todas as variáveis do modelo têm um efeito causal sobre as restantes, recorre-se à Causalidade de Granger que testa se o valor atual de uma variável é causado pelos valores históricos das restantes. Assim, consegue avaliar-se se alguma das variáveis não tem impacto causal na estimação do modelo.

Tabela 12 - Causalidade de Granger EURO_STOX.

Fonte: Software STATA

Equation	Excluded	chi2	df	Prob > chi2
EURO_STOX	BOND_FTSE	8.194	3	0.042
EURO_STOX	CMD_DWJ	9.6815	3	0.021
EURO_STOX	USD_IDX	8.3473	3	0.039
EURO_STOX	ALL	22.98	9	0.006

Analisando a Tabela 12, verifica-se que o valor atual da rentabilidade das ações que compõe o índice da EUROSTOXX é impactado de forma individual e significativa por todas as variáveis do modelo, o que significa que todas as variáveis contêm informação útil para prever a rentabilidade da EURO_STOX. Na última linha da tabela, que analisa o efeito causal de todas as variáveis sobre EURO_STOX, verifica-se que todas as variáveis independentes da equação são uteis para prever o valor atual da rentabilidade do índice EURO_STOX.

Tabela 13 - Causalidade de Granger BOND_FTSE.

Fonte: Software STATA

Equation	Excluded	chi2	df	Prob > chi2
BOND_FTSE	EURO_STOX	3.1569	3	0.368
BOND_FTSE	CMD_DWJ	8.0846	3	0.044
BOND_FTSE	USD_IDX	9.4988	3	0.023
BOND_FTSE	ALL	18.223	9	0.033

Na Tabela 13, verifica-se que a rentabilidade atual da variável BOND_FTSE é causada individualmente pelas variáveis CMD_DWJ e USD_IDX, no entanto, é também possível concluir que a variável EURO_STOX não causa a rentabilidade atual das obrigações europeias, o que significa que não há evidência estatística que os valores históricos da variável EURO_STOX contêm informação relevante para prever o valor atual da variável BOND_FTSE. Apesar disto, as combinações de todas as variáveis exercem uma influência causal significativa sobre BOND_FTSE.

Tabela 14 - Causalidade de Granger CMD_DWJ.
Fonte: Software STATA

Equation	Excluded	chi2	df	Prob > chi2
CMD_DWJ	EURO_STOX	6.9759	3	0.073
CMD_DWJ	BOND_FTSE	3.6205	3	0.305
CMD_DWJ	USD_IDX	2.2971	3	0.513
CMD_DWJ	ALL	13.392	9	0.146

Na Tabela 14, para um nível de significância de 5%, nenhuma variável do modelo tem um poder preditivo significativo sobre o valor atual da variável CMD_DWJ, o que pode ser explicado pelo facto do índice em análise ser composto por várias matérias-primas de diferentes classes (metais; agrícolas, de energia, etc), que reagem de diferente modo a alterações nos restantes mercados financeiros dado as suas características individuais. Como foi apresentado no capítulo da Revisão da Literatura, a própria interação entre as diferentes mercadorias que compõe este índice não são homogêneas ao longo do tempo, sendo assim de esperar que os restantes mercados financeiros não tenham um efeito causal evidente em todas as mercadorias que compõem este índice. Ainda assim e para um nível de significância de 10%, a rentabilidade do Euro stoxx 50 tem uma relação causal da rentabilidade das *commodities*.

Tabela 15 - Causalidade de Granger USD_IDX.
Fonte: Software STATA

Equation	Excluded	chi2	df	Prob > chi2
USD_IDX	EURO_STOX	15.675	3	0.001
USD_IDX	BOND_FTSE	10.675	3	0.014
USD_IDX	CMD_DWJ	3.7395	3	0.291
USD_IDX	ALL	33.748	9	0.000

Por sua vez, analisando a Tabela 15, os valores históricos da EURO_STOX e do BOND_FTSE, têm um efeito causal significativo sobre a rentabilidade da variável USD_IDX, sendo que a única variável que não apresenta evidência estatística de que cause USD_IDX é a rentabilidade das commodities. Apesar disto, o conjunto de todas as variáveis apresentam um efeito causal no valor atual do índice do valor do dólar, o que pode ser observado na última linha da tabela.

De seguida, a Tabela 16 sintetiza as principais relações de Causalidade de Granger.

Tabela 16 - Síntese das relações de Causalidade de Granger
 Fonte: Elaboração Própria

		Dependente			
		Euro Stoxx 50 Accionista	FSE Obrigações Eurozone	Dow Jones Commodities	US dolar
Independente	Euro Stoxx 50 Accionista	n/a	Não	Não	Sim
	FSE Obrigações Eurozone	Sim	n/a	Não	Sim
	Dow Jones Commodities	Sim	Sim	n/a	Não
	US dólar	Sim	Sim	Não	n/a

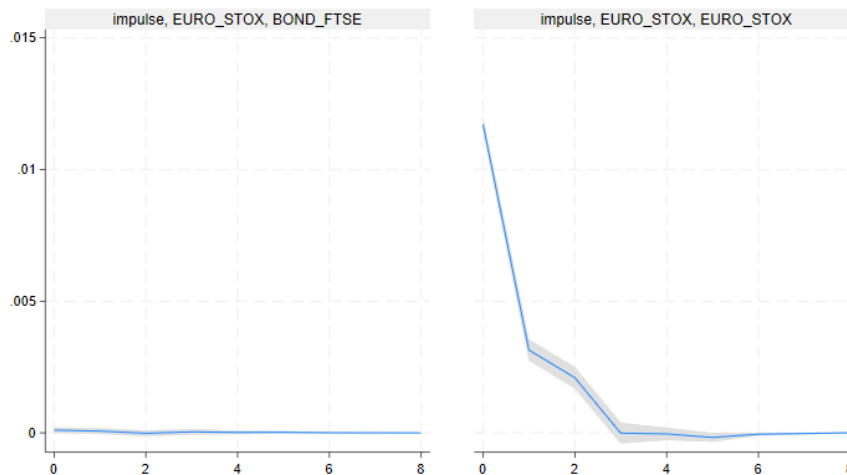
3.6 Função Impulso Resposta

Para complementar a análise do VAR, serão apresentados os gráficos função impulso resposta que irão permitir entender a interdependência e a resposta dinâmica entre as variáveis, medindo como um choque provocado de um desvio padrão numa variável impacta a rentabilidade (em desvio padrão) de outra variável, bem como a sua própria rentabilidade ao longo do tempo.

Os Gráficos 1, 2 e 3 analisam a forma como as variáveis em estudo reagem a um choque na variável EURO_STOX.

Gráfico 1 – Resposta da BOND_FTSE a um choque em EURO_STOX (esquerda) versus resposta da EURO_STOX a um choque em si própria (direita).

Fonte: Software STATA

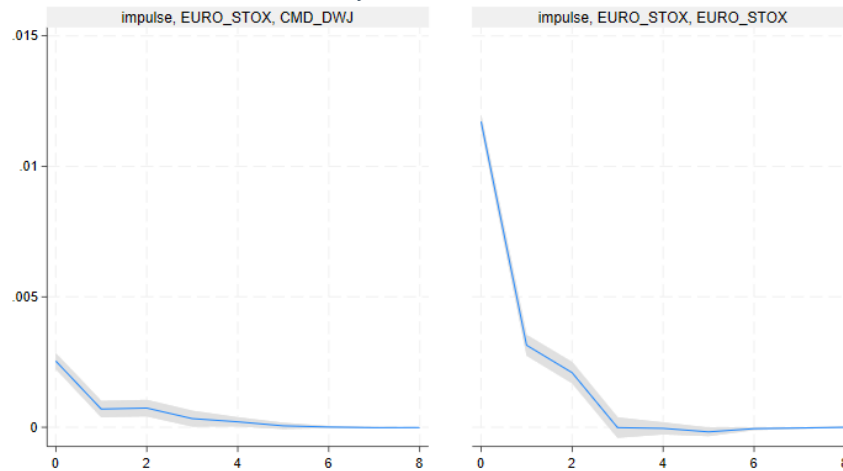


No Gráfico 1, verifica-se que um choque na rentabilidade das ações europeias (EURO_STOX), não tem um impacto significativo na rentabilidade das obrigações europeias a 10 anos (BOND_FTSE), sendo quase nulo ou praticamente insignificante. Esta conclusão está alinhada com os resultados obtidos na interpretação do modelo VAR e com a causalidade de Granger, que indicaram que os valores históricos da rentabilidade da variável EURO_STOX não influenciam nem têm causalidade na rentabilidade atual das obrigações europeias. Estas duas variáveis, têm uma correlação linear relativamente baixa (0,049), apesar de significativa, o que ajuda a explicar a reação pouco significativa da rentabilidade das obrigações (BOND_FTSE) a um choque na variável EURO_STOX. Na secção da metodologia foi referido o estudo de (Lee, 2021) que concluiu que há relações não lineares significativas entre estes dois mercados, sugerindo a existência de expectativas heterogêneas quanto ao retorno destes dois ativos, o que pode justificar esta reação pouco significativa.

Ainda no Gráfico 1, à direita, está representado o impacto de um choque na rentabilidade da variável EURO_STOX sobre si mesma. Pode verificar-se que há um impacto inicial forte, que vai perdendo a força ao longo dos períodos, tornando-se pouco significativo após três dias.

Gráfico 2 - Resposta da CMD_DWJ a um choque em EURO_STOX (esquerda) versus resposta da EURO_STOX a um choque em si própria (direita).

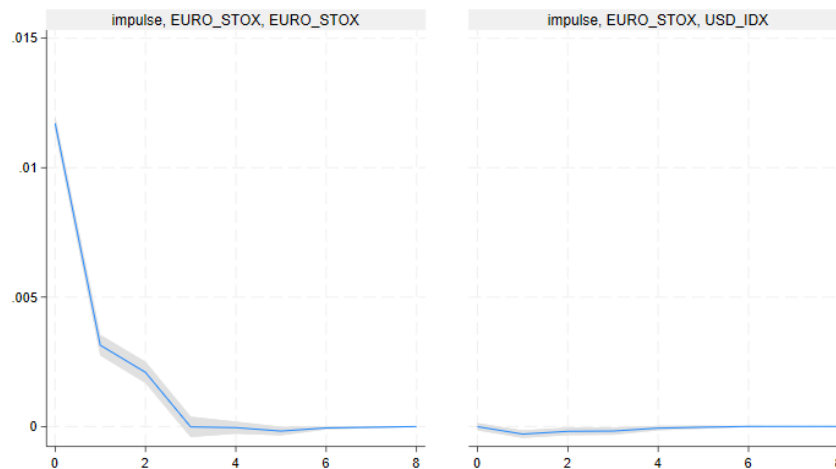
Fonte: *Software STATA*



O Gráfico 2, dá conta da reação da variável CMD_DWJ, a um choque de um desvio padrão na rentabilidade das ações que compõe o índice EURO STOXX 50 (EURO_STOX). Esta já reage de forma mais significativa, comparativamente com o resultado do Gráfico 1, tendo um impacto positivo nos primeiros quatro dias, sendo este impacto decrescente ao longo deste período. Vai ao encontro do que o modelo VAR preconiza, confirmando que um cenário de otimismo no mercado acionista, é um bom indicador da situação financeira global, o que leva a um aumento do valor das *commodities*, justificado por um aumento da produção e do consumo destes materiais que compõe o índice Dow Jones (petróleo, metais preciosos, produtos agrícolas, entre outros), o impulso é mais intenso no momento inicial em que se dá o choque, diminuindo a intensidade ao longo do período. Quatro dias após o choque na variável EURO_STOX, a reação vai-se dissipando passando a ser nula.

Gráfico 3 - Resposta de USD_IDX a um choque em EURO_STOX (direita) versus resposta da EURO_STOX a um choque em si própria (esquerda).

Fonte: Software STATA

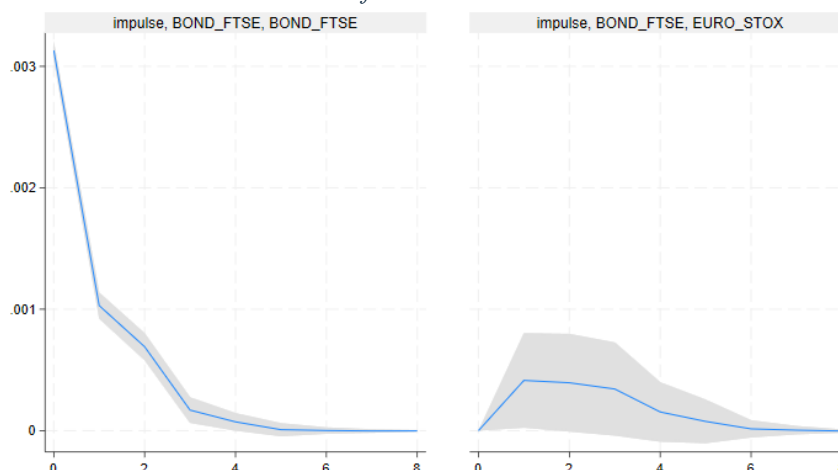


O Gráfico 3, representa a função impulso resposta que descreve a reação da variável USD_IDX a uma variação no valor das ações (EURO_STOX). Conclui-se que o impacto é pouco significativo, sendo ligeiramente negativo no primeiro dia, indo ao encontro da análise proposta no modelo VAR, que dá conta de uma associação significativa entre o valor atual do dólar e a rentabilidade das ações europeias no dia anterior, sendo esta associação negativa. Um sinal de otimismo no mercado europeu, pode levar a uma breve valorização do Euro, que é assim acompanhada por uma desvalorização do dólar (USD_IDX). No entanto, este choque dissipa-se rapidamente, passando a ser praticamente nulo após o primeiro dia.

Os Gráficos 4, 5 e 6 analisam a forma como as variáveis em estudo reagem a um choque na variável BOND_FTSE.

Gráfico 4 - Resposta de EURO_STOX a um choque em BOND_FTSE (direita) versus resposta de BOND_FTSE a um choque em si própria (esquerda).

Fonte: Software STATA

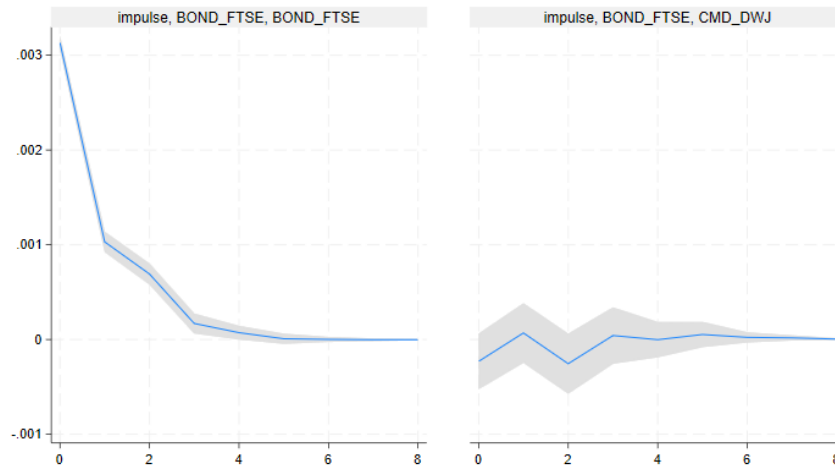


No gráfico 4, verifica-se que uma variação na rentabilidade das obrigações europeias (BOND_FTSE) tem um impacto positivo significativo até ao sexto dia na rentabilidade das ações (EURO_STOX), com maior intensidade no primeiro, segundo e terceiro dias. Este impacto positivo, mostra que uma maior expectativa dos investidores quanto à estabilidade financeira sentida na Europa, é positiva para ambos os mercados em análise, e o contrário também se verifica. Após isso, o choque começa a dissipar-se, tornando-se praticamente nulo após o sexto dia.

No entanto, comparando com o gráfico da esquerda que representa o impacto de uma variação na rentabilidade das obrigações (BOND_FTSE) sobre si mesmo, pode-se verificar que o gráfico à direita tem uma área cinzenta mais ampla, representando uma maior incerteza quanto ao impacto que um choque na rentabilidade das obrigações (BOND_FTSE) tem na rentabilidade das ações (EURO_STOX).

Gráfico 5 - Resposta de *CMD_DWJ* a um choque em *BOND_FTSE* (direita) versus resposta de *BOND_FTSE* a um choque em si própria (esquerda).

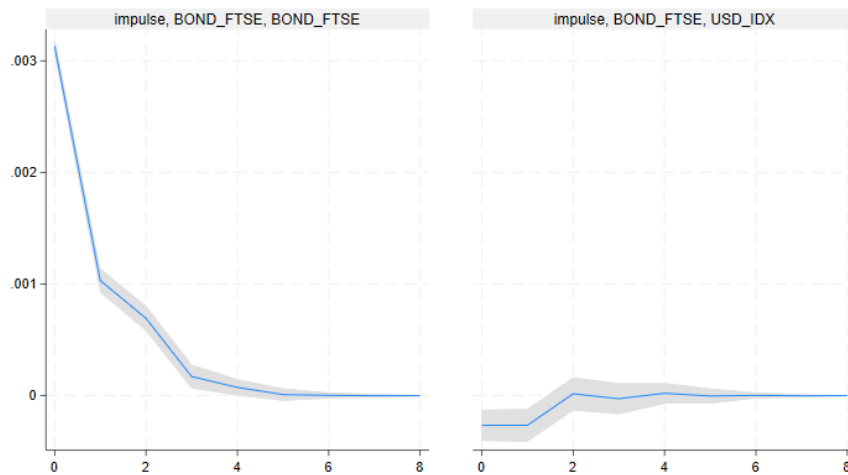
Fonte: Software STATA



À direita do Gráfico 5 está representado o impacto que a variação na rentabilidade das obrigações europeias a 10 anos (*BOND_FTSE*) tem na rentabilidade das *commodities* (*CMD_DWJ*), verificando-se que impacto é pouco significativo, mas existe, não sendo linear ao longo do tempo. A variável *CMD_DWJ* reage de forma negativa, no momento zero, passando a ter um impacto nulo no primeiro período e volta a ter um impacto negativo no segundo período. Pode-se verificar que há uma maior incerteza na resposta da variável *CMD_DWJ* a um choque na rentabilidade obrigações europeias (*BOND_FTSE*), com o gráfico da direita a apresentar uma área cinzenta mais ampla, comparando com o gráfico da esquerda, à semelhança do que acontecia nos gráficos apresentados acima. Realça assim, a relação inversa já abordada ao longo deste trabalho, entre estas duas variáveis e mostra que não há uma relação dinâmica linear, sendo muito volátil e com poucas certezas relativamente à forma como o valor das *commodities* (*CMD_DWJ*) reagem à variação na rentabilidade das obrigações, o que pode ser justificado pelo facto de o índice das *commodities* ser composto por um conjunto variado de matérias-primas, com características diferentes e que reagem de forma distinta. A partir dos três dias, o choque dissipa-se e torna-se nulo ou praticamente insignificante.

Gráfico 6 - Resposta de USD_IDX a um choque em BOND_FTSE (direita) versus resposta de BOND_FTSE a um choque em si própria (esquerda).

Fonte: Software STATA

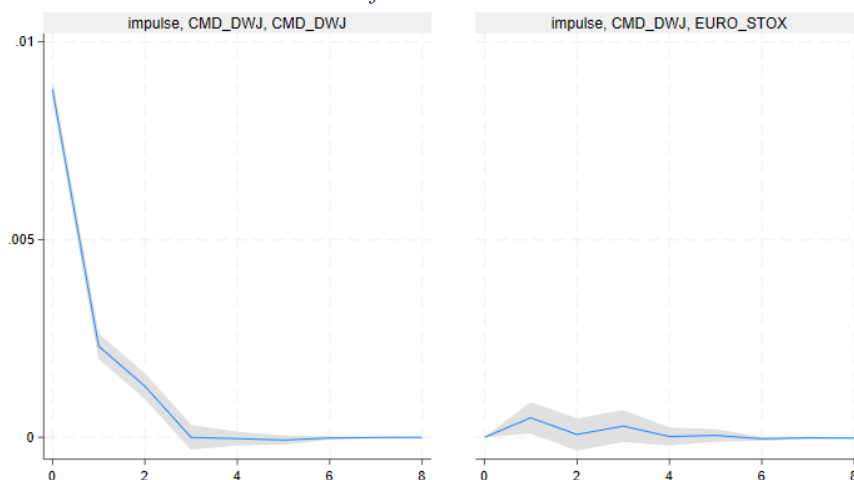


Por fim, observando o Gráfico 6, à direita mostra-nos a resposta do valor do dólar (USD_IDX) a um choque na rentabilidade das obrigações europeias (BOND_FTSE). Comparando com o gráfico da esquerda, que representa a reação da rentabilidade da variável BOND_FTSE a um choque em si mesma, este apresenta um impacto muito menos significativo, sendo negativo nos primeiros dois dias, passando a ser nulo a partir daí. Este impacto negativo vem confirmar o que se tem concluído ao longo deste estudo, o aumento da rentabilidade das obrigações europeias (BOND_FTSE) parece atrair o investimento para a Europa, levando a uma valorização do euro, com uma consequente desvalorização do dólar (USD_IDX).

Os Gráficos 7, 8 e 9 apresentam as funções impulso resposta, com a reação das variáveis EURO_STOX, BOND_FTSE e USD_IDX, a um choque na variável CMD_DWJ e ainda como esta reage a um choque em si mesma.

Gráfico 7 - Resposta de EURO_STOX a um choque em CMD_DWJ (direita) versus resposta de CMD_DWJ a um choque em si própria (esquerda).

Fonte: Software STATA

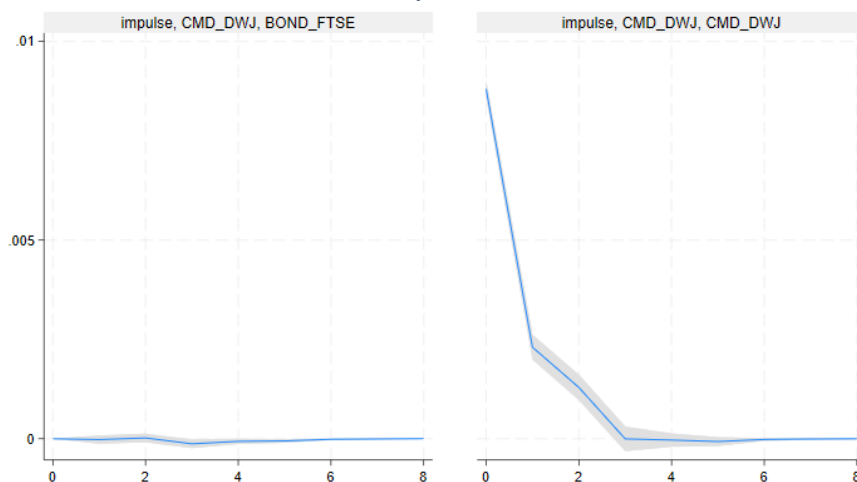


No Gráfico 7 verifica-se que o impacto que o choque na rentabilidade da variável CMD_DWJ provoca na rentabilidade da variável EURO_STOX é pouco significativo, ou seja, um choque de um desvio padrão na rentabilidade das *commodities* que compõe o índice Dow Jones (CMD_DWJ) tem um impacto praticamente nulo na rentabilidade do índice das ações (EURO_STOX), sendo ligeiramente positivo no primeiro e terceiro períodos. Comparando com o gráfico da esquerda, que representa a reação da variável CMD_DWJ a um choque em si mesma, verifica-se que o impacto é muito mais significativo, reagindo de forma significativa nos primeiros dois dias e dissipando-se após isto.

O impacto positivo, ainda que ligeiro, que um choque na rentabilidade das *commodities* (CMD_DWJ) tem na rentabilidade das ações europeias (EURO_STOX), vai ao encontro das conclusões obtidas na secção do modelo VAR. Há uma relação positiva entre estes dois instrumentos financeiros, o aumento do preço das matérias primas, faz aumentar o valor das empresas que compõe o índice da EURO STOXX 50 (EURO_STOX), e o inverso também se verifica, uma diminuição do preço das mesmas, leva a um decréscimo na rentabilidade das ações das empresas europeias (EURO_STOX).

Gráfico 8 - Resposta de BOND_FTSE a um choque em CMD_DWJ (esquerda) versus resposta de CMD DWJ a um choque em si própria (esquerda).

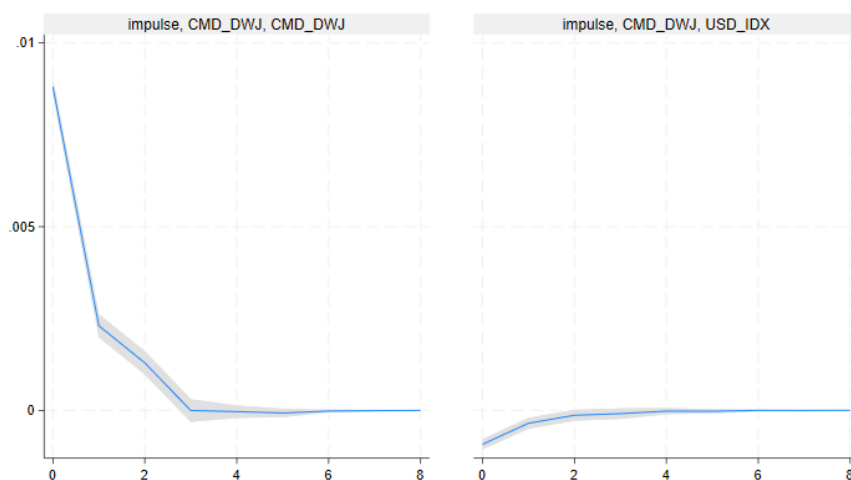
Fonte: Software STATA



No Gráfico 8, pode concluir-se que o impacto que um choque na variável CMD_DWJ tem na variável BOND_FTSE é quase nulo, sendo pouco significativo. Esta constatação é contrária ao que foi possível concluir no modelo VAR, uma vez que, se acreditava que havia uma relação inversa entre estas duas variáveis. Anteriormente, no Gráfico 5, tinha-se concluído que um choque na rentabilidade das obrigações tinha um impacto negativo na rentabilidade das *commodities* (CMD_DWJ), mas o contrário não se verifica. Uma alteração na rentabilidade das *commodities* (CMD_DWJ) não revela ter um impacto significativo na rentabilidade das obrigações europeias (BOND_FTSE), sendo esta relação unilateral. Como referido no capítulo da Metodologia, (Antonakakis & Kizys, 2015) abordaram o conceito de transmissores e recetores de choques, sendo os transmissores de choque que, num primeiro momento, recebem os choques externos e os transmitem aos recetores de choque, o que parece ocorrer nesta relação entre as obrigações (BOND_FTSE) e as *commodities*, sendo a variável BOND_FTSE a transmissora do choque e a variável CMD_DWJ a recetora do mesmo.

Gráfico 9 - Resposta de USD_IDX a um choque em CMD_DWJ (esquerda) versus resposta de CMD DWJ a um choque em si própria (direita).

Fonte: Software STATA

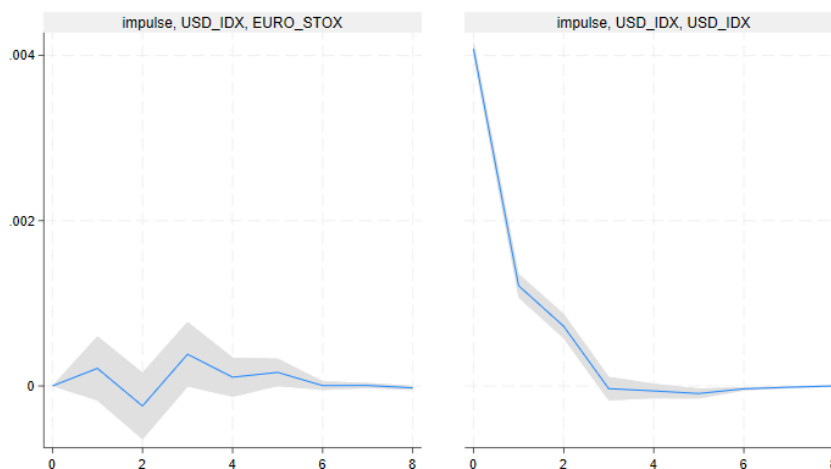


Quando há um choque na rentabilidade das *commodities* (CMD_DWJ), representado à direita no Gráfico 9, o valor do dólar (USD_IDX) reage de imediato, de forma significativa e negativamente. Este impacto negativo mantém-se no primeiro dia e após este momento inicial, o choque dissipa-se e passa a ser nulo. Este resultado é inesperado, na medida em que, nas análises dos capítulos anteriores, tanto no modelo VAR como no teste da causalidade de Granger, conclui-se que o valor atual do dólar (USD_IDX) não era influenciado pelos valores históricos das *commodities* do índice Dow Jones (CMD_DWJ), e estes não continham informação relevante para prever o valor da variável USD_IDX. No entanto, da análise ao Gráfico 9 constata-se que há efetivamente um impacto negativo, no momento inicial, no valor do dólar (USD_IDX), revelando que, quando os valores das mercadorias aumentam (CMD_DWJ), o dólar tende a desvalorizar, o que pode ser justificado pelos investidores interpretarem o aumento repentino do valor das matérias-primas como uma subida da inflação, com a conseqüente deslocação da procura para ativos mais seguros, deixando de investir num ativo como o dólar (USD_IDX).

Por fim, analisa-se o impacto que choques no valor do índice do dólar (USD_IDX) provocam nas restantes variáveis em estudo.

Gráfico 10 - Resposta de EURO_STOX a um choque em USD_IDX (esquerda) versus resposta de USD_IDX a um choque em si própria (direita).

Fonte: Software STATA



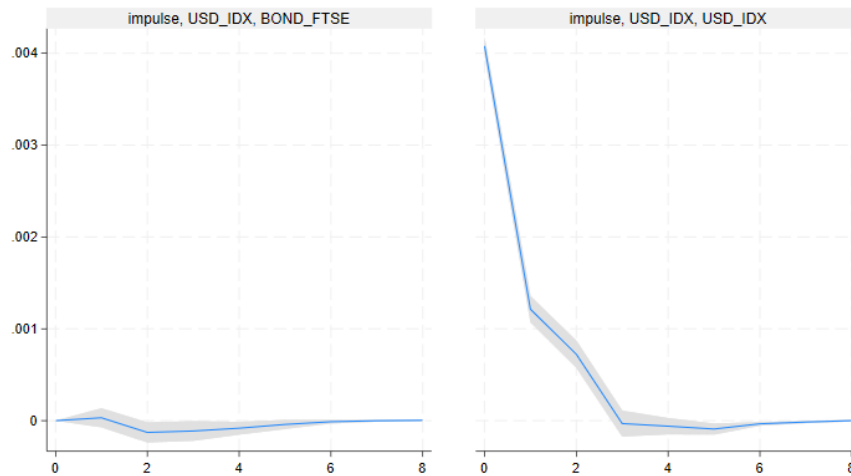
No Gráfico 10, verifica-se que a rentabilidade das ações europeias EUROSTOXX 50 (EURO_STOX) reage de forma não linear ao longo do tempo a um choque na variável USD_IDX. Comparando o gráfico da esquerda com o da direita, em que representa a reação da variável USD_IDX a um choque em si mesmo, conclui-se que o impacto que um choque em USD_IDX tem na variável EURO_STOX é menos significativo, havendo uma grande incerteza quanto à direção e intensidade da resposta. O gráfico da esquerda caracteriza-se por uma ampla área cinzenta, reagindo de forma positiva no primeiro período, e de forma negativa no segundo período e voltando a alterar para positivo no terceiro e quinto períodos.

Esta incerteza e dualidade de comportamentos, na reação da variável EURO_STOX a um choque no valor do dólar (USD_IDX), vai ao encontro do que foi analisado na secção da Metodologia, a forma como os diferentes instrumentos financeiros interagem vai alterando-se de acordo com as expectativas e perceções dos investidores, e estas mudam, na medida em que, novas informações vão chegando.

O Gráfico 10 à direita, revela a reação do valor do índice do dólar (USD_IDX) a um choque em si mesmo, semelhante ao que acontecia nas restantes variáveis, há um impacto inicial significativo, mantendo-se nos primeiros três dias, decrescendo ao longo do período.

Gráfico 11 - Resposta de BOND_FTSE a um choque em USD_IDX (esquerda) versus resposta de USD_IDX a um choque em si própria (direita).

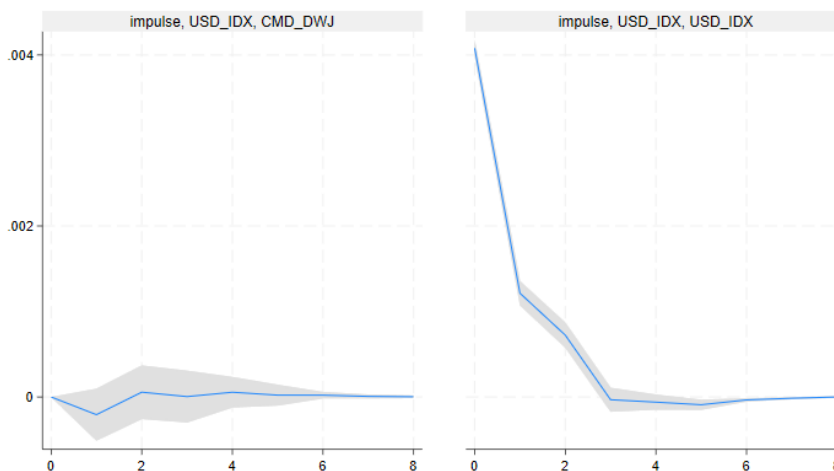
Fonte: Software STATA



O impacto na rentabilidade das obrigações europeias a 10 anos (BOND_FTSE) que um choque no valor do dólar (USD_IDX) provoca, está representado à esquerda no Gráfico 11, e pode verificar-se que este é pouco significativo, tendo um efeito ligeiramente negativo no segundo dia, dissipando-se de seguida. Esta constatação vai ao encontro do que foi evidenciado pelo modelo VAR, tendo-se concluído que o valor atual das obrigações era influenciado de forma negativa pelo valor do índice do Dólar a dois dias. A valorização do Dólar, dá a perceção de estabilidade e otimismo aos investidores, que escolhem instrumentos financeiros mais arriscados e com maior rentabilidade, retirando o seu investimento das obrigações, que são um ativo mais seguro e com uma menor rentabilidade, como se verificou na secção da análise da base de dados.

Gráfico 12 - Resposta de *CMD_DWJ* a um choque em *USD_IDX* (esquerda) versus resposta de *USD_IDX* a um choque em si própria (direita).

Fonte: Software STATA



Por último, o Gráfico 12 apresenta o impacto que um choque no valor do Dólar tem na rentabilidade do índice das commodities que compõe o índice Dow Jones (*CMD_DWJ*) e confirma-se que este impacto é pouco significativo, revelando uma grande incerteza. No modelo VAR, também já se tinha verificado que o valor do Dólar não tem uma influência significativa no valor atual das commodities. Esta pouca clareza que há, quanto ao impacto que um choque no valor do Dólar tem sobre esta variável, pode ser justificada pelo facto de o índice das commodities em análise (*DOW_JONES*) ser composto por um conjunto vasto de matérias-primas, com diferentes características, que reagem de forma diferente a um impacto no valor do Dólar.

3.7 Discussão de resultados

O estudo da existência de relações entre variáveis é avaliado através da noção de causalidade de Granger, enquanto o sinal e a força da relação são estimados com recurso à função impulso resposta (IRF – Impulse Response Function). A abordagem de causalidade de Granger permite a análise dos efeitos desfasados de uma variável sobre a outra a partir de valores passados de ambas as variáveis e identifica a presença de uma relação. As funções IRF determinam o sinal e a força modelando a resposta ao longo do tempo de uma variável a um impulso de outra variável com base num modelo Vetorial autorregressivo (Lütkepohl, 2007). Adotando a metodologia preconizada por (Reygadas et al., 2020) a discussão dos resultados deve contemplar apenas as funções IFR das séries temporais em que a causalidade de Granger foi identificada.

A Tabela 17 dá conta da interdependência e da resposta dinâmica entre as variáveis e permite identificar as situações em que um choque provocado por um desvio padrão numa variável impacta a rentabilidade (em desvio padrão) de uma outra variável. Conjugando esta análise com a Tabela 16, estão identificadas a verde as relações dinâmicas para as quais há um impacto significativo na rentabilidade de outra variável e, simultaneamente, a causalidade de Granger está assegurada.

Tabela 17 - Síntese de Função Impulso Resposta
Fonte: Elaboração própria

Dependente - Resposta					
Independente - Choque		Euro Stoxx 50	FSE Obrigações Eurozone	Dow Jones Commodities	US dólar
	Euro Stoxx 50	Positivo até ao 3º dia (Graf. 1)	Pouco significativo (Graf. 1)	Positivo até ao 3º dia (Graf. 2)	Negativo no 1º dia (Graf. 3)
	FSE Obrigações Eurozone	Positivo até ao 5º dia (Graf. 4)	Positivo até ao 6º dia (Graf. 4)	Negativo no momento inicial e no 2º dia. Muita incerteza (Graf. 5)	Negativo até ao 2º dia (Graf. 6)
	Dow Jones Commodities	Pouco significativo (Graf. 7)	Pouco significativo (Graf. 8)	Positivo até ao 3º dia (Graf. 7)	Negativo no momento inicial (Graf. 9)
	US dólar	Muita incerteza; positivo no 1º dia, negativo no 2º dia, voltando a ser positivo no 3º e 5º dias (Graf. 10)	Negativo no segundo dia (Graf. 11)	Impacto negativo no 1º dia; pouco significativo; muita incerteza (Graf. 12)	Positivo até ao 3º dia (Graf. 10)

A Tabela anterior identifica a presença de duas relações recíprocas: *i*) entre o mercado acionista (EURO_STOX) e o mercado cambial (USD_IDX) e *ii*) entre o mercado das obrigações europeias (BOND_FTSE) e o mercado cambial (USD_IDX).

A relação entre o mercado acionista (representado pelo índice de ações europeias, EURO_STOX) e o mercado cambial (representado pelo índice do dólar americano USD_IDX), assume particular relevância. A análise do Gráfico 10 revela a alternância entre uma relação positiva, negativa e novamente positiva entre o USD_IDX e o EURO_STOX, quando se dá um choque no valor do dólar. Esta dualidade entre uma relação positiva e negativa reflete a

dinâmica económica, que varia de acordo com as expectativas e perceções dos investidores, e estas alteram-se, à medida que, novas informações vão chegando.

A relação negativa entre estes dois mercados (EURO_STOX e o USD_IDX) pode ser explicada por fatores económicos específicos, por exemplo, taxas de juros mais baixas na Europa estimulam o mercado acionista europeu, enquanto juros mais elevados nos EUA fortalecem o dólar, gerando uma relação inversa. A aversão ao risco geralmente fortalece o USD_IDX (Dólar como moeda de refúgio) e enfraquece o EURO_STOX, enquanto o apetite por risco pode reverter essa dinâmica. Assim, a procura de rendimentos pode levar os investidores a retirar dos EUA (enfraquecendo o USD_IDX) para investir nos mercados europeus (fortalecendo o EURO STOXX).

Por outro lado, uma desvalorização do Dólar favorece as exportações dos EUA, reduzindo a competitividade das empresas europeias no mercado global podendo condicionar negativamente o EURO STOXX, configurando uma relação positiva entre estes dois mercados. Um dólar forte é indicativo de uma economia americana robusta o que também fortalece o mercado acionista local. Adicionalmente, muitas das empresas europeias também estão cotadas no mercado americano por meio de ADR's (*American depositary receipt*) beneficiando também desse otimismo. Empresas europeias com financiamentos em dólares e que utilizem instrumentos de cobertura, como swaps, futuros ou opções podem também ser favorecidas perante uma valorização do dólar, uma vez que o justo valor deste instrumento aumentará o que se traduz num aumento de lucros dessas empresas e dos seus acionistas.

Por sua vez, o Gráfico 3 revela um primeiro impulso negativo entre o EURO_STOX e o USD_IDX, possivelmente associado a um evento inesperado. Um forte desempenho no EURO STOXX pode originar um aumento de investimento em ativos europeus, fortalecendo o Euro face ao Dólar. Se pelo contrário, uma maior aversão ao risco levar à venda de ações e a aquisição de ativos mais seguros (dólar como moeda de refúgio), pode levar a que a moeda europeia se desvalorize. Adicionalmente, uma redução das taxas de juro por parte do BCE, pode enfraquecer o Euro e a atratividade das ações europeias, pressionando o EURO STOXX para a descida. Em sentido oposto, os investidores podem antecipar retornos mais elevados do mercado acionista europeu, dando origem a uma valorização do Euro.

A segunda relação de reciprocidade que importa analisar decorre da ligação entre o mercado das obrigações europeias (BOND_FTSE) e o mercado cambial (USD_IDX) expressa no Gráfico 6. Um choque inicial no mercado obrigacionista europeu (BOND_FTSE) denota um

impacto negativo no mercado cambial (USD_IDX). Um choque inicial no mercado de obrigações europeias, como a venda maciça (queda dos preços) pode dar origem a uma saída de capital da Europa. Esses fluxos podem ser direcionados para o mercado americano, aumentando a procura de Dólares, contudo, este efeito não é persistente. A volatilidade do mercado pode afetar em simultâneo o mercado obrigacionista e o mercado cambial. Face a uma maior volatilidade do USD_IDX, o mercado obrigacionista europeu, reduz a sua atividade, levando os bancos a adotar estratégias de financiamento mais prudentes, antecipando uma maior instabilidade. Os mercados tendem a estabilizar e, a correlação torna-se insignificante à medida que se ajustam ao novo equilíbrio.

A dinâmica representada no Gráfico 11, dá conta de uma reação pouco significativa no mercado obrigacionista (BOND_FTSE), quando se dá um choque no mercado cambial (USD_IDX), com um impacto negativo no 2º dia, que pode ser explicada pela dinâmica cambial e, pelas expectativas dos investidores. Um impacto negativo no segundo dia sugere que, um Dólar mais forte pode redirecionar os investimentos globais para os EUA. Os efeitos negativos identificados, tendem a ser transitórios e limitados, resultando numa relação pouco significativa entre os dois mercados. As obrigações europeias são consideradas como instrumentos financeiros seguros em períodos de incerteza, reduzindo a sua sensibilidade aos movimentos do Dólar.

Para além das relações de reciprocidade analisadas nos pontos anteriores, os resultados revelam ainda relações que importa analisar. Desde logo, o Gráfico 4 dá conta de um impacto positivo do mercado obrigacionista (BOND_FTSE) no mercado acionista (Euro Stoxx 50), sugerindo que um sentimento positivo por parte dos investidores, no mercado obrigacionista leva-os a assumir um maior nível de risco, aumento os investimentos no mercado acionista. Por outro lado, o aumento de rendimentos das obrigações pode sinalizar condições económicas mais favoráveis para as ações, com as expectativas de crescimento mais elevado. As expectativas de crescimento económico melhoram as condições de crédito (mercado obrigacionista) e os resultados das empresas (mercado acionista), o que justifica a relação positiva entre estes dois mercados. A relação entre estes dois mercados, contudo, não é recíproca. A análise do Gráfico 1 dá conta que alterações no mercado acionista, não têm um impacto significativo no mercado obrigacionista, prevalecendo assim uma relação unilateral. Podemos assim verificar que nestas circunstâncias, o mercado acionista se comporta predominantemente como recetoras de choques, enquanto o mercado obrigacionista como transmissor de choques.

Tabela 18 – Resumo da Causalidade de Granger e da Função Impulso Resposta
 Fonte: Elaboração própria

Variável dependente X	Variável independente Y	Causalidade de Granger - A variável Y causa X?	IFR - Impacto de um choque na variável Y sobre a variável X	Principais conclusões
EURO_STOX	BOND_FTSE	Sim	Impacto positivo até ao 5º dia; muita incerteza; ver Gráfico 4	A expectativa dos investidores quanto à estabilidade financeira sentida na Europa, é sentida em ambos os mercados em análise. O otimismo conduz a uma maior rentabilidade no mercado obrigacionista, o que leva a um aumento da rentabilidade no mercado acionista, assim como o pessimismo, pode afetar negativamente ambos os mercados.
EURO_STOX	CMD_DWJ	Sim	Positivo no 1º e 3º dias, apesar de pouco significativo; ver Gráfico 7	O aumento do valor das <i>commodities</i> leva a um aumento do valor das empresas que as produzem e vendem, levando a um aumento da rentabilidade das suas ações.
EURO_STOX	USD_IDX	Sim	Grande incerteza quanto à direção e intensidade do impacto; impacto positivo no 1º período, negativo no 2º período, voltando a alterar para positivo no 3º e 5º períodos; ver Gráfico 10	A forma como os diferentes instrumentos financeiros interagem vai-se alterando de acordo com as expectativas e percepções dos investidores, e estas mudam, na medida em que, novas informações vão chegando, o que justifica a incerteza e dualidade de comportamentos nesta interação. No entanto, prevalece o impacto positivo sobre o negativo o que pode ser justificado pelo seguinte: uma valorização do USD pode potenciar as exportações das empresas listadas no EURO STOXX 50 para o mercado americano.

Variável dependente X	Variável independente Y	Causalidade de Granger - A variável Y causa X?	IFR - Impacto de um choque na variável Y sobre a variável X	Principais conclusões
BOND_FTSE	EURO_STOX	Não	Pouco significativo; ver Gráfico 1	Há relações não lineares significativas entre estes dois mercados, sugerindo a existência de expectativas heterogéneas quanto ao retorno destes dois ativos, o que pode justificar esta reação pouco significativa (Lee, 2021)
BOND_FTSE	CMD_DWJ	Sim	Pouco significativo; ver Gráfico 8	Uma alteração na rentabilidade das <i>commodities</i> (CMD_DWJ) não revela ter um impacto significativo na rentabilidade das obrigações europeias (BOND_FTSE), sendo esta relação unilateral (sendo que uma alteração na rentabilidade da variável BOND_FTSE tem um impacto significativo na rentabilidade da variável CMD_DWJ);
BOND_FTSE	USD_IDX	Sim	Ligeiramente negativo no 2º dia; ver Gráfico 11	A valorização do Dólar, dá a perceção de estabilidade e otimismo aos investidores, que escolhem instrumentos financeiros mais arriscados e com maior rentabilidade, retirando o seu investimento das obrigações, que são um ativo mais seguro e com uma menor rentabilidade;
CMD_DWJ	EURO_STOX	Não	Impacto positivo nos primeiros 3 dias; ver Gráfico 2	Um cenário otimista no mercado acionista é um bom indicador da situação financeira global, levando a um aumento do consumo e da produção das matérias-primas;

Variável dependente X	Variável independente Y	Causalidade de Granger - A variável Y causa X?	IFR - Impacto de um choque na variável Y sobre a variável X	Principais conclusões
CMD_DWJ	BOND_FTSE	Não	Reage de forma negativa, no momento zero e no 2º período; há uma grande incerteza neste impacto; ver Gráfico 5	Realça a relação inversa entre estas duas variáveis e mostra que não há uma relação dinâmica linear, sendo muito volátil e com poucas certezas, o que pode ser justificado pelo facto de o índice das <i>commodities</i> ser composto por um conjunto variado de matérias-primas, com características diferentes e que reagem de forma distinta.
CMD_DWJ	USD_IDX	Não	Impacto negativo no 1º dia; muita incerteza; ver Gráfico 12	A pouca clareza quanto ao impacto causado no índice das <i>commodities</i> em análise (DOW_JONES) pode ser justificado, pelo facto deste índice ser composto por um conjunto vasto de matérias-primas, com diferentes características, que reagem de forma diferente a um impacto no valor do Dólar.
USD_IDX	EURO_STOX	Sim	Impacto negativo no 1º dia; ver Gráfico 3	Um sinal de otimismo no mercado europeu, pode levar a uma breve valorização do euro, acompanhada pela consequente desvalorização do dólar;
USD_IDX	BOND_FTSE	Sim	Impacto negativo até ao 2º dia; ver Gráfico 6	O aumento da rentabilidade das obrigações europeias atrai o investimento para a Europa, levando a uma valorização do Euro, com uma consequente desvalorização do dólar;

Variável dependente X	Variável independente Y	Causalidade de Granger - A variável Y causa X?	IFR - Impacto de um choque na variável Y sobre a variável X	Principais conclusões
USD_IDX	CMD_DWJ	Não	Impacto negativo no momento inicial; ver Gráfico 9	O aumento do valor das mercadorias (CMD_DWJ) pode ser interpretado como um potencial aumento da inflação, com a consequente deslocação dos investimentos para ativos mais seguros, e por esse facto deixarem de investir em ativos denominados em USD;

Conclusão

O principal objetivo desta dissertação foi analisar o efeito contágio entre os retornos dos quatro principais mercados financeiros (acionista, obrigacionista, *commodities* e cambial) para o período compreendido entre os anos de 2014 e 2023, avaliando o impacto que a alteração na rentabilidade de um instrumento financeiro tem na rentabilidade dos restantes instrumentos financeiros. Com esta finalidade, foi adotada a metodologia do modelo VAR, que permitiu analisar as relações dinâmicas entre os diferentes mercados financeiros. Para complementar a análise desta metodologia, recorreu-se à Causalidade de Granger para aferir se o valor atual de uma variável é originado pela rentabilidade histórica dos retornos dos demais instrumentos financeiros e às Funções Impulso Resposta (IRF) para estimar a intensidade e o sinal desta relação.

Este estudo identificou a prevalência de interações significativas entre três pares de mercados financeiros, o mercado acionista e o mercado cambial, o mercado obrigacionista e o mercado cambial e o mercado obrigacionista e o mercado acionista. Nos primeiros dois pares verificou-se a existência de relações recíprocas, com os mercados a impactarem-se mutuamente.

Um choque no mercado cambial, por exemplo, impacta de forma significativa o mercado acionista, apesar deste impacto não ser linear ao longo do tempo, variando o sinal desta relação, entre positivo e negativo, de acordo com expectativas dos investidores e na medida em que novas informações vão sendo integradas. Por sua vez, uma variação no mercado acionista impacta negativamente a rentabilidade do mercado cambial. Entre o mercado obrigacionista e o mercado cambial, verificou-se que, choques no mercado obrigacionista impactam de forma negativa o mercado cambial, assim como choques no mercado cambial também impactam de forma negativa o mercado obrigacionista, apesar deste impacto ser de menor amplitude que o anterior. Essa relação sugere que o mercado obrigacionista e o mercado cambial se comportam de modo oposto, prevalecendo uma relação inversa entre estes dois mercados. As obrigações europeias, pela sua natureza, são consideradas instrumentos financeiros seguros em períodos de incerteza, o que reduz sua sensibilidade às flutuações do dólar.

Relativamente à relação entre o mercado obrigacionista e o mercado acionista, observou-se a presença de uma relação positiva entre estes dois mercados, com um aumento no valor das obrigações, a dar origem a um aumento do valor acionista. No entanto, esta relação é

predominantemente unilateral, revelando este estudo que, um choque no mercado acionista não tem um impacto significativo no mercado obrigacionista, nem o valor atual do mercado obrigacionista é impactado pelo valor histórico do mercado acionista. Assim, identificamos o mercado acionista como o recetor de choques e o mercado obrigacionista como o emissor dos mesmos.

Por fim, destaca-se a independência do mercado das *commodities*, a revelar que os retornos históricos das restantes variáveis não têm qualquer efeito causal sobre o seu valor atual e embora variações nos outros mercados possam afetar a sua rentabilidade, há uma elevada incerteza quanto à intensidade e à direção desse impacto. Este facto, pode ser explicado pela natureza muito diversificada do índice em análise, na medida em que engloba uma ampla gama de mercadorias, desde metais preciosos até produtos agrícolas. Cada uma dessas mercadorias possui características próprias, que reagem de forma distinta às variações nas rentabilidades dos outros instrumentos financeiros.

As conclusões deste estudo contribuem para uma compreensão mais profunda da interação entre os diferentes mercados financeiros, destacando-se, por exemplo, a existência de uma relação inversa entre o mercado cambial e o mercado obrigacionista, particularmente relevante para os investidores que pretendem ter uma carteira diversificada e mais segura. O mercado das *commodities* pode ser também uma boa aposta de investimento, na medida em que não tem uma interação tão significativa com os restantes mercados.

Como principal limitação, surge a restrição do horizonte geográfico, na medida em que as escolhas de índices podem não captar a totalidade do comportamento do mercado global. Foram escolhidos índices europeus para representar os mercados financeiros globais, o que não capta a tendência dos mercados globais e pode enviesar os resultados, impedindo a generalização a outras regiões ou mercados emergentes. Em segundo lugar, o estudo utiliza dados agregados dos mercados financeiros, o que pode dissimular comportamentos específicos de determinados ativos ou setores dentro de cada mercado. Acresce o facto, de a aplicação do modelo VAR pressupor a linearidade nas relações entre as variáveis, ignorando possíveis relações não lineares ou efeitos de segunda ordem que possam existir entre os mercados por fim, o estudo não analisa o impacto dos choques em períodos específicos, como recessões ou crises financeiras, o que poderia enriquecer a análise facultando informação mais detalhada sobre as interações em contextos de maior volatilidade e incerteza.

Recomenda-se em investigações futuras alargar o número de índices utilizados para representar cada um dos mercados financeiros, escolhendo índices mais representativos de diversos mercados e diferentes economias. Incluir mercados emergentes e economias fora da zona euro, para avaliar se os resultados se mantêm em diferentes contextos. Além disso, estudos futuros poderiam explorar relações não lineares entre os mercados, utilizando metodologias avançadas como modelos GARCH ou técnicas de *machine learning*, que permitem captar comportamentos mais complexos e não lineares. Outra linha de investigação seria analisar períodos específicos de crise ou instabilidade financeira, como recessões ou eventos geopolíticos, para compreender melhor a dinâmica e a intensidade dos choques em momentos de elevada volatilidade. Seria também interessante incluir novos instrumentos financeiros, como Criptomoedas e obrigações verdes, para avaliar o seu papel como transmissores ou recetores de choques.

Bibliografia

- Adam Zaremba, Zaghum Umar, & Mateusz Mikutowski. (2021, January 1). *Commodity financialisation and price co-movement: Lessons from two centuries of evidence—* *ScienceDirect*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1544612319308402>
- Adekoya, O. B., & Oliyide, J. A. (2021). How COVID-19 drives connectedness among commodity and financial markets: Evidence from TVP-VAR and causality-in-quantiles techniques. *Resources Policy*, 70, 101898. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101898>
- Albulescu, C. T., Demirer, R., Raheem, I. D., & Tiwari, A. K. (2019). Does the U.S. economic policy uncertainty connect financial markets? Evidence from oil and commodity currencies. *Energy Economics*, 83, 375–388. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.07.024>
- Antonakakis, N., & Kizys, R. (2015). Dynamic spillovers between commodity and currency markets. *International Review of Financial Analysis*, 41, 303–319. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2015.01.016>
- Bagheri, E., & Ebrahimi, S. B. (2020). Estimating Network Connectedness of Financial Markets and Commodities. *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, 29(5), 572–589. <https://doi.org/10.1007/s11518-020-5465-1>
- Bianchi, R. J., Fan, J. H., & Todorova, N. (2020). Financialization and de-financialization of commodity futures: A quantile regression approach. *International Review of Financial Analysis*, 68, 101451. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2019.101451>
- Bouri, E., Nekhili, R., & Todorova, N. (2023). Dynamic co-movement in major commodity markets during crisis periods: A wavelet local multiple correlation analysis. *Finance Research Letters*, 55, 103996. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2023.103996>

- Charada, M., & Pendaraki, K. (2023). Investigating Causal Spillovers among International Stock Markets. *European Journal of Interdisciplinary Studies*, 15(1), 81–92.
<https://doi.org/10.24818/ejis.2023.06>
- Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1979). Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series With a Unit Root. *Journal of the American Statistical Association*, 74(366), 427–431. <https://doi.org/10.2307/2286348>
- Erten, B., & Ocampo, J. A. (2013). Super Cycles of Commodity Prices Since the Mid-Nineteenth Century. *World Development*, 44, 14–30.
<https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2012.11.013>
- Evžen Kočenda, & Černý, A. (2016). *Elements of Time Series Econometrics: An Applied Approach—Karolinum*. <https://karolinum.cz/en/books/kocenda-elements-of-time-series-econometrics-an-applied-approach-15811>
- Forbes, K. J., & Rigobon, R. (2002). No Contagion, Only Interdependence: Measuring Stock Market Comovements. *The Journal of Finance*, 57(5), 2223–2261.
<https://doi.org/10.1111/0022-1082.00494>
- Gokmenoglu, K., Eren, B. M., & Hesami, S. (2021). Exchange rates and stock markets in emerging economies: New evidence using the Quantile-on-Quantile approach. *Quantitative Finance and Economics*, 5(1), Article 1.
- Granger, C. W. J. (1980). Testing for causality: A personal viewpoint. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 2, 329–352. [https://doi.org/10.1016/0165-1889\(80\)90069-X](https://doi.org/10.1016/0165-1889(80)90069-X)
- Ha, L. T. (2023). Dynamic interlinkages between the crude oil and gold and stock during Russia-Ukraine War: Evidence from an extended TVP-VAR analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(9), 23110–23123. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-23456-0>

- Hatemi-J, A. (2014). Asymmetric generalized impulse responses with an application in finance. *Economic Modelling*, 36, 18–22.
<https://doi.org/10.1016/j.econmod.2013.09.014>
- Henderson, B. J., Pearson, N. D., & Wang, L. (2015). New Evidence on the Financialization of Commodity Markets. *The Review of Financial Studies*, 28(5), 1285–1311.
<https://doi.org/10.1093/rfs/hhu091>
- Kumbure, M. M., Lohrmann, C., Luukka, P., & Porras, J. (2022). Machine learning techniques and data for stock market forecasting: A literature review. *Expert Systems with Applications*, 197, 116659. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.116659>
- Lee, H. (2021). Time-varying comovement of stock and treasury bond markets in Europe: A quantile regression approach. *International Review of Economics & Finance*, 75, 1–20. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2021.03.020>
- Lu, F., Qiao, H., Wang, S., Lai, K. K., & Li, Y. (2017). Time-varying coefficient vector autoregressions model based on dynamic correlation with an application to crude oil and stock markets. *Environmental Research*, 152, 351–359.
<https://doi.org/10.1016/j.envres.2016.07.015>
- Lütkepohl, H. (2007). *New Introduction to Multiple Time Series Analysis*. Springer Science & Business Media.
- Mensi et al. (2017). *Modeling systemic risk and dependence structure between oil and stock markets using a variational mode decomposition-based copula method—*
ScienceDirect. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378426616302230>
- Mushtaq, R. (2011). *Augmented Dickey Fuller Test* (SSRN Scholarly Paper 1911068).
<https://doi.org/10.2139/ssrn.1911068>

- Musyoki, M., Alilah, D., & Angwenyi, D. (2023). Application of the Vector Autoregressive Model Incorporating New Measurements Using the Bayesian Approach. *African Journal of Empirical Research*, 4, 1054–1062. <https://doi.org/10.51867/ajernet.4.2.107>
- Naeem, M. A., Adekoya, O. B., & Oliyide, J. A. (2021). Asymmetric spillovers between green bonds and commodities. *Journal of Cleaner Production*, 314, 128100. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128100>
- Piotrowski, S. (2023). *Critical Raw Materials in the Semiconductor Industry: Current Challenges and Perspectives*.
- Pradhan, R. P. (2018). Development of stock market and economic growth: The G-20 evidence. *Eurasian Economic Review*, 8(2), 161–181. <https://doi.org/10.1007/s40822-018-0094-4>
- Reboredo, J. C., Ugolini, A., & Hernandez, J. A. (2021). Dynamic spillovers and network structure among commodity, currency, and stock markets. *Resources Policy*, 74, 102266. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102266>
- Rehman, M. U., Bouri, E., Eraslan, V., & Kumar, S. (2019). Energy and non-energy commodities: An asymmetric approach towards portfolio diversification in the commodity market. *Resources Policy*, 63, 101456. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2019.101456>
- Reygadas, Y., Jensen, J. L. R., Moisen, G. G., Currit, N., & Chow, E. T. (2020). Assessing the relationship between vegetation greenness and surface temperature through Granger causality and Impulse-Response coefficients: A case study in Mexico. *International Journal of Remote Sensing*, 41(10), 3761–3783. <https://doi.org/10.1080/01431161.2019.1711241>

- Rosnawintang, Syarif, M., Indrijawati, A., Adam, P., & Saidi, L. O. (2021). The Causal Relationship between Exchange Rates and Bond Yield in Indonesia. *Iranian Economic Review*, 25(1), 167–178. <https://doi.org/10.22059/ier.2021.81867>
- Rossen, A. (2015). What are metal prices like? Co-movement, price cycles and long-run trends. *Resources Policy*, 45, 255–276. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2015.06.002>
- Stock, J. H., & Watson, M. W. (2001). Vector Autoregressions. *Journal of Economic Perspectives*, 15(4), 101–115. <https://doi.org/10.1257/jep.15.4.101>
- Tsenkov, V., & Mirchev, K. (2019). SUSTAINABLE POST-CRISIS CAPITAL MARKET RECOVERY – THE CASE OF EURO STOXX 50. *Balkans Journal of Emerging Trends in Social Sciences*, 2(1), 97–106. <https://doi.org/10.31410/Balkans.JETSS.2019.2.1.97-106>
- Umar, Z., Hussain Shahzad, S. J., & Kenourgios, D. (2019). Hedging U.S. metals & mining Industry’s credit risk with industrial and precious metals. *Resources Policy*, 63, 101472. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2019.101472>
- Zhang, Y.-J., Chevallier, J., & Guesmi, K. (2017). “De-financialization” of commodities? Evidence from stock, crude oil and natural gas markets. *Energy Economics*, 68, 228–239. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2017.09.024>
- Zhou, H., Deng, Z., Xia, Y., & Fu, M. (2016). A new sampling method in particle filter based on Pearson correlation coefficient. *Neurocomputing*, 216, 208–215. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2016.07.036>