

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



O OURO É UM HEDGE OU SAFE HAVEN?

David André Costa Marques

Lisboa, março de 2025

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

O ouro é um *hedge* ou *safe haven*?

David André Costa Marques

Dissertação submetida ao Instituto Superior de Contabilidade e Administração de Lisboa para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Análise Financeira, realizada sob a orientação científica de Sónia Margarida Ricardo Bentes.

Constituição do Júri:

Presidente - Doutor Ricardo Correia

Arguente - Doutor José Carlos Teixeira

Orientador - Doutora Sónia Bentes

Lisboa, março de 2025

Agradecimentos

A realização desta dissertação contou com importantes apoios sem os quais, jamais se teria tornado uma realidade e aos quais estarei eternamente grato.

À minha orientadora, Professora Doutora Sónia Margarida Ricardo Bentes, agradeço o apoio e orientação, a disponibilidade, as suas críticas e opiniões, pelo seu saber e pela colaboração que me prestaram ao longo desta dissertação.

A todos os professores(as), que com a sua sapiência tudo me ensinaram.

Esta dissertação contou com o apoio do projeto de investigação IDI&CA: IPL/IDI&CA2023/RSKFIN_ISCAL.

E, finalmente agradeço à minha família:

- Aos meus pais, dirijo-lhe um agradecimento especial, sem eles nada teria sido possível. Pelo seu apoio incondicional, pela paciência, pela força e pelo incentivo que me deram. Principalmente, pela sua presença quer nas alegrias bem como nas adversidades, pois nunca me deixaram ir abaixo e sempre me levantaram.

- À minha avó, pelo carinho.

- À minha irmã, pelos seus preciosos conselhos e, pela sua total disponibilidade, pelo encorajamento naqueles momentos cruciais desta jornada e ainda, pela sua compreensão e generosidade com que me brindou para que chegasse ao fim deste percurso.

Resumo

O ouro desempenhou um papel significativo ao longo da história, evoluindo e mantendo fortes ligações com a economia global. Esta dissertação tem como objetivo analisar a evolução do papel do ouro na economia mundial ao longo dos tempos da humanidade. Começamos com uma contextualização histórica que abrange o seu uso em joias, como meio de troca, na fabricação de utensílios, o seu uso para diversas aplicações na indústria, devido às suas propriedades físicas, sendo também utilizado em aparelhos eletrônicos e em odontologia. Iremos focar no seu papel como reserva de valor monetário e como ativo de investimento.

O nosso estudo aborda o papel do ouro em períodos de crise, caracterizados por inflação descontrolada, instabilidade socioeconómica e elevada volatilidade, com o intuito de entender a capacidade de cobertura de risco do ouro. Nomeadamente se atua como um ativo *hedge* ou *safe haven* e qual o impacto que a sua adição surgiria na gestão das carteiras dos investidores.

O estudo insere-se na tentativa de perceber o comportamento do ouro perante variações do mercado acionista com base em comportamentos passados. Sendo que comparamos o seu desempenho com diversos mercados mundiais, com a intenção de perceber a existência de um padrão.

Com o aparecimento de novas tecnologias surgiu um novo mercado, que deu origem às criptomoedas como o Bitcoin, o que leva muitos investidores a questionarem-se do potencial de este ser o novo ouro digital.

Palavras-Chave: Ouro, safe haven, hedge

Abstract

Gold has played a significant role throughout history, evolving and maintaining strong ties with the global economy. This dissertation aims to analyze the evolution of gold's role in the global economy over the course of human history. We begin with a historical contextualization that encompasses its use in jewelry, as a medium of exchange, in the manufacture of utensils, its diverse industrial applications due to its physical properties, and its use in electronic devices and dentistry. We will focus on its role as a monetary store of value and as an investment asset.

Our study examines gold's role during periods of crisis, characterized by uncontrolled inflation, socioeconomic instability, and high volatility, aiming to understand gold's risk-hedging capabilities. Specifically, we explore whether it acts as a hedge or a safe haven asset and the impact its inclusion could have on investors' portfolio management.

The study seeks to understand gold's behavior in relation to fluctuations in the stock market based on past performance. We compare its performance with various global markets to identify potential patterns.

With the emergence of new technologies, a new market has arisen, leading to the creation of cryptocurrencies such as Bitcoin. This development has prompted many investors to question whether these digital currencies could become the new digital gold.

Keywords: Gold, safe haven, hedge

Índice

Índice de Tabelas	ix
Índice Gráficos	xi
Lista de abreviaturas	xii
1. Introdução	13
2. Revisão da literatura.....	15
2.1. Contextualização histórica.....	15
2.2. Contextualização Teórica.....	16
2.3. Teorias sobre a gestão de portfolios.....	18
2.4. Volatilidade dos mercados.....	20
2.4.1. Volatilidade histórica.....	20
2.4.2. Volatilidade implícita.....	22
2.4.3. Volatilidade futura	22
2.4.4. Modelos de volatilidade.....	23
2.5. Propriedades de hedge, safe haven e diversifier	29
2.5.1. Hedge	31
2.5.2. Safe Haven	33
2.5.3. Diversifier.....	37
2.6 Bitcoin.....	38
3. DATA.....	39
3.1. Caracterização dos dados.....	39
3.2. Descrição dos dados.....	40
3.2.1. Média.....	41
3.2.2. Desvio-padrão	41
3.2.3. Assimetria	42
3.2.4. Curtose	43

3.2.5. Teste Jarque-Bera.....	44
3.3. Estatística descritiva	45
4. Metodologias.....	52
4.1. Correlação.....	52
4.2. Testes de estacionário	53
4.2.1 Teste de raiz unitária	53
4.2.2. Teste de Augmented Dickey-Fuller	54
4.3. Testes de Autocorrelação.....	55
4.3.1. Teste Ljung-Box.....	55
4.3.2. Teste Breusch Godfrey.....	56
4.3.3. Modelo autorregressivo.....	56
5. Análise de dados	57
5.1 Correlação	57
5.2. Teste de Augmented Dickey-Fuller	58
5.3. Teste de Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin	59
5.4. Teste Ljung-Box.....	60
5.5. Teste Breusch Godfrey.....	61
5.6. Modelo autorregressivo.....	61
5.7. Subsample 1	62
5.8. Subsample 2	65
5.9. Subsample 3	70
6. Conclusão.....	74
7. Bibliografia	76

Índice de Tabelas

Tabela 3.1-Estatísticas descritivas dos retornos diários dos mercados de ações, <i>commodities</i> e criptomoedas.....	45
Tabela 5.1: Coeficientes de correlação entre os objetos em estudo e o ouro.....	57
Tabela 5.2: Resultados do teste ADF entre os objetos em estudo e os níveis de significância.....	58
Tabela 5.3: Resultados do teste KPSS entre os objetos em estudo e os níveis de significância.....	59
Tabela 5.4: Resultados obtidos a partir do teste de Ljung-Box.....	60
Tabela 5.5: Resultados do teste de Breusch Godfrey.....	61
Tabela 5.6: Resultados do modelo autorregressivo entre os parâmetros e os objetos em estudo.....	61
Tabela 5.7: Estatísticas descritivas para os diferentes objetos em estudo desde 15/09/2008 até ao dia 31/10/2008.....	62
Tabela 5.8: Valores da correlação entre os objetos em estudo e o ouro.....	63
Tabela 5.9: Análise da estacionaridade pelo método de ADF que relacionou os diferentes objetos em estudos e o nível de significância.....	63
Tabela 5.10: Análise pelo teste de KPSS que relacionou os diferentes objetos em estudos e o nível de significância.....	64
Tabela 5.11: Resultados obtidos a partir do teste de Ljung-Box.....	64
Tabela 5.12: Resultados obtidos a partir do teste de Breusch Godfrey.....	65
Tabela 5.13: Resultados da <i>subsample</i> 1 entre os diferentes parâmetros e os respetivos objetos em estudo.....	65
Tabela 5.14: Estatísticas descritivas para os diferentes objetos em estudo desde 11/03/2020 até ao dia 01/03/2021.....	66
Tabela 5.15: Cálculo da correlação entre os objetos em estudo com o ouro e o BTC.....	67

Tabela 5.16: Resultados do teste de ADF para os objetos em estudos e os respectivos níveis de significância.....	67
Tabela 5.17: Resultados do teste KPSS para os objetos em estudos e os respectivos níveis de significância.....	68
Tabela 5.18: Resultados obtidos a partir do teste Ljung-Box.....	68
Tabela 5.19: Resultados obtidos a partir do teste Breusch Godfrey.....	69
Tabela 5.20: Resultados obtidos para o ouro, através da relação dos diferentes parâmetros e dos respectivos objetos em estudo.....	69
Tabela 5.21: Resultados obtidos para o Bitcoin, através da relação dos diferentes parâmetros e dos respectivos objetos em estudo.....	69
Tabela 5.22: Estatísticas descritivas para os diferentes objetos em estudo desde 24/02/2022 até ao dia 30/12/2022.....	70
Tabela 5.23: Cálculo da correlação entre os objetos em estudo com o ouro e o BTC.....	71
Tabela 5.24: Resultados do teste de ADF para os objetos em estudos e os respectivos níveis de significância.....	71
Tabela 5.25: Resultados do teste KPSS para os objetos em estudos e os respectivos níveis de significância.....	71
Tabela 5.26: Resultados obtidos a partir do teste Ljung-Box.....	72
Tabela 5.27: Resultados obtidos a partir do teste Breusch Godfrey.....	72
Tabela 5.28: Resultados obtidos para o ouro, através da relação dos diferentes parâmetros e dos respectivos objetos em estudo.....	73
Tabela 5.29: Resultados obtidos para o Bitcoin, através da relação dos diferentes parâmetros e dos respectivos objetos em estudo.....	73

Índice Gráficos

Gráfico 2.1: Modern Portfolio Theory.....	18
Gráfico 3.1: Distribuição simétrica.....	42
Gráfico 3.2: Distribuição assimétrica positiva	43
Gráfico 3.3: Distribuição assimétrica negativa.....	43
Gráfico 3.4: Curtose	44
Gráfico 3.5: Representação do preço dos ativos.....	48
Gráfico 3.6: Representação da rentabilidade do ouro de 2008 a 2024.....	48
Gráfico 3.7: Representação do índice da rentabilidade PSI20 no período de 2008 a 2024....	49
Gráfico 3.8: Representação do índice da rentabilidade S&P 500 no período de 2008 a 2024.....	49
Gráfico 3.9: Representação do índice da rentabilidade DAX no período de 2008 a 2024.....	49
Gráfico 3.10: Representação do índice da rentabilidade UKX no período de 2008 a 2024.....	49
Gráfico 3.11: Representação do índice da rentabilidade Nifty no período de 2008 a 2024.....	49
Gráfico 3.12: Representação do índice da rentabilidade AORD no período de 2008 a 2024.....	49

Lista de abreviaturas

AR - componentes autorregressivos

ARCH - *Autoregressive Conditional Heteroskedasticity*

ARMA - Modelos Autorregressivos de Médias Móveis

BCE – Banco Central Europeu

BTC - Bitcoin

CAPM - Modelo de Precificação de Ativos Financeiros

ETF - *Exchange Traded Fund*

EUA - Estado Unidos da América

FMI - Fundo Monetário Internacional

GARCH - *Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity*

MA - Média Móvel

MPT - *Modern Portfolio Theory*

RU - Reino Unido

S&P 500 - Standard & Poor's 500

VaR - *Wavelet value-at-risk*

VI – Volatilidade Implícita

VIX - *Volatility Index*

σ^2 - Variância Condicional

1. Introdução

O ouro é um dos metais nobres mais cobiçados ao longo da história da humanidade, seja pela sua importância económica, por questões religiosas e esotéricas. O seu valor foi-lhe atribuído devido à sua raridade, durabilidade, utilidade, divisibilidade, capacidade de armazenamento e confiança que lhe foi vinculada com o passar dos anos.

O ouro é um metal de cor dourada, de aspeto brilhante, maleável e dúctil, destacando-se a sua alta condutividade elétrica. É imutável, conhecido pela sua inércia química sendo resistente à corrosão, para a sua dissolução são necessárias condições de temperatura extremas e uma mistura de ácido clorídrico e nítrico altamente concentrados (*aqua regia*). O ouro também é capaz de reagir com halogénios e ser dissolvido por BrF_3 líquido (Royal Society of Chemistry, 2023).

Ao longo das décadas, a função primordial do ouro passou por mudanças significativas, adaptando-se às necessidades da época. Inicialmente, associavam-no ao sol, onde este era utilizado como um elemento decorativo, adornos, joalheira e também como utensílio, especialmente quando era abundante. Com o aumento das atividades comerciais e o início dos descobrimentos marítimos, o ouro encontrou a sua nova finalidade a de moeda de troca, devido às vantagens que oferecia nesse contexto (Duckenfield, 2016).

À medida que surgiram desafios na utilização do ouro como moeda, houve a necessidade de requalificá-lo, o que deu origem ao sistema do padrão-ouro. Mais tarde, essa política foi substituída pelo uso de moedas fiduciárias, marcando uma transição importante na história económica (Duckenfield, 2016).

Em simultâneo, o surgimento da necessidade do ouro para o fabrico industrial foi aumentando até chegarmos à atualidade, onde é comercializado maioritariamente em formato digital, e visto como um ativo financeiro (*commodity*), no qual investem neste sobre a forma de contratos de futuros, fundos de investimento, *exchange traded funds* (ETF) ou apesar de ser pouco convencional atualmente, em barras de ouro.

Os investidores continuam a adicionar este ativo à sua carteira devido à sua comprovada versatilidade e à sua sólida trajetória de resistência em momentos de crise, além da sua capacidade de manter e até mesmo aumentar o seu valor, uma vez que se trata de um recurso finito.

Devido ao ouro ser reconhecido como um ativo seguro e em constante crescimento, a função que atualmente este desempenha no mercado pode ser diferenciada dependendo do portfólio de cada investidor, suscitando dúvidas sobre seu papel predominante, se este funciona como um ativo de proteção (*hedge*), como um ativo de porto seguro (*safe haven*) ou como um ativo de diversificação (*diversefier*).

Desta forma, é necessário perceber que um ativo de *hedge*, possui uma baixa correlação em relação à restante carteira, conseguindo resistir a períodos de incerteza política e económica onde o mercado se encontra volátil. A definição de *safe haven* é parecida com ativos de *hedge*, mas estes tipos de investimento são normalmente ativos que demonstram uma baixa volatilidade, que são conhecidos por conseguirem resistir a períodos de alta volatilidade e de crise económica, onde os investidores investem de forma a prevenir a perda do seu capital e reduzir a sua exposição ao risco. Por fim, os ativos de diversificação, são ativos de investimento em que o dono da carteira investe o seu capital de forma a reduzir a sua exposição ao risco, na esperança de no futuro estes serem rentáveis (Baur e Lucey, 2010; Tully e Lucey, 2007).

No decorrer desta dissertação, primeiramente será apresentado um enquadramento teórico onde se fará uma contextualização histórica do ouro. Isso permitirá uma compreensão mais profunda do valor atribuído a este metal precioso e como ele evoluiu para se tornar um ativo de investimento.

Em segundo lugar, abordaremos as metodologias, onde realizaremos a análise de dados, exploraremos conceitos e teorias relevantes, como a Teoria da Gestão de Carteiras (MPT) e o Modelo de Precificação de Ativos Financeiros (CAPM). Por último lugar, será estudado de forma aprofundada se o seu investimento em momentos de crise compensa as potenciais perdas dos investidores e se o efeito de cobertura destes é duradouro ou apenas temporário em curtos períodos com maior instabilidade. O objetivo principal dessa seção é fornecer uma base sólida para a formalização do problema que está sendo investigado neste estudo.

O objeto de estudo é descobrir o papel do ouro no mercado atual, onde se levanta a questão “O ouro é um *hedge* ou um *safe haven*?”, em que será estudado com recurso a uma *subsample* o comportamento do ouro em momentos de instabilidade económica e de alta volatilidade, como a crise do *subprime*, Covid-19 e o início da guerra na Ucrânia. Por último, será levantada a pergunta se o Bitcoin tem a possibilidade de se tornar no ouro digital.

2. Revisão da literatura

Nesta abordagem inicial, o objetivo será contextualizar o tema em estudo, com o enquadramento histórico do ouro, entender o porquê da seleção deste ativo e o seu valor intrínseco associado. Em segundo lugar vamos abordar teorias sobre a gestão de portfólios, seguidamente temos de compreender o nosso objeto de estudo empírico o que é um *Hedge*, *Safe Haven* e *Diversefier*, por último vamos abordar as teorias e metodologias necessárias para pôr o nosso estudo em prática.

Desde o começo, é necessário entender que as definições de *Hedge* e *Safe Haven* sofreram alterações e evoluções ao longo do tempo e que dependem de cada autor. Neste trabalho vamo-nos guiar pelas definições dos pioneiros deste estudo Baur e Lucey (2010) e Baur e McDermott (2010).

2.1. Contextualização histórica

O ouro tem uma história muito antiga, que remonta a 4000-5000 A.C. sendo os egípcios o primeiro povo a utilizá-lo, tornando-se com o tempo numa moeda de troca valiosa, dando-se a sua evolução para as moedas de liga de ouro e outros metais na Lídia, atual Turquia por volta do século VII onde estas moedas eram chamadas de “*electrum*”. Os romanos e os gregos foram pioneiros na cunhagem de ouro, facilitando assim o comércio. No século XIX, o ouro estava firmemente estabelecido como moeda, levando ao sistema monetário padrão-ouro, vinculando o valor da moeda à quantidade de ouro a uma taxa fixa. (Royal Society of Chemistry, 2023)

Devido à relutância em enviar moedas de metais preciosos para o exterior, o padrão-ouro surgiu no século XIX, prevalecendo até à Primeira Guerra Mundial, onde a viabilidade do mesmo foi posta em causa devido às necessidades de financiamento durante a guerra. As bases deste modelo surgiram a partir de David Hume em 1752, que criou o modelo de fluxo das moedas metálicas, onde ocorria a conversão de notas bancárias em ouro. Em 1775 começou-se a dar os primeiros passos na criação da moeda americana, sendo o dólar a moeda oficial como a conhecemos hoje desde 1792 com o *The Mint Act* (Best, 2023).

The New York Gold Exchange foi fundada durante a Guerra Civil Americana com o intuito de permitir a comercialização de ouro, mas devido a motivos de especulação as negociações fora das instituições oficiais foram banidas, sendo que mais tarde, em 1865 a *New York Gold Exchange* juntou-se à *New York Stock Exchange* (Elwell, 2011).

Entre 1929/30, deu-se o início da Grande Depressão, que foi a maior crise financeira da história dos Estados Unidos da América (EUA).

Em 1933, a Comex foi fundada, esta foi uma das primeiras bolsas de *commodities* nos EUA, que levou à necessidade da implementação do *Commodity Exchange Act* em 1936 para regulamentar o comércio no país, esta legislação sofreu diversas alterações, sendo que depois de muitos contratemplos em 1974 a Comex conseguiu oferecer contratos de futuros sobre o ouro (Elwell, 2011).

Em 1944, ocorreu a Conferência de Bretton Woods, liderada pelos EUA, com o objetivo de estabelecer um sistema financeiro internacional de forma a atender às necessidades da segunda guerra mundial e evitar outra grande crise financeira. Decorrente da conferência foi criando o Fundo Monetário Internacional (FMI) e o Banco Mundial, onde estabeleceram os critérios para a negociação comercial e financeira, no qual o dólar ficou designado como moeda de reserva internacional, fixando o valor de 1 *ounce* de ouro em 35 dólares, originando o padrão ouro-dólar (Elwell, 2011).

A 15 de agosto de 1971, o presidente Nixon anunciou novas medidas económicas que ficaram conhecidas como Nixon Shock, uma das medidas mais marcantes foi o fim da paridade padrão-ouro. Devido às crises enfrentadas pelos EUA outras nações que conseguiram adquirir/acumular a sua moeda, começaram a pôr em causa a capacidade dos EUA em manterem a paridade/valor do seu dinheiro, despoletando assim uma corrida de acumulação de ouro, o que não coadjuvou os EUA a superar o seu déficit comercial e inflação. Daí em diante, optaram por taxas de câmbio flutuantes, mas estas eram fortemente afetadas pelas crises globais (Economic Research, 2013).

2.2. Contextualização Teórica

O presente trabalho tem por forma de abordagem diferenciar a utilidade e funcionamento comportamental do ouro em diferentes cenários económicos, fazendo uma análise à capacidade de este enfrentar períodos de declínio e de crescimento nos mercados de ações, permitindo-nos assim avaliar a capacidade de proteção e de crescimento contra as adversidades de mercado.

Desta forma, o papel do ouro nas carteiras dos investidores vai ser estudado perante diversas épocas económicas marcadas pela instabilidade geopolítica e económica, como a crise do *subprime*, início do Covid-19 e o início da guerra na Ucrânia.

Perante os eventos em estudo os investidores deparam-se com duas situações, a opção de investirem o seu capital em ativos de risco, com a possibilidade de enfrentarem períodos de alta volatilidade, o que lhes pode proporcionar lucros acentuados assim como elevadas perdas, podendo estes ficar expostos ao mercado em períodos de *bear* e *bull market*, ou em contrapartida estes podem deixar o seu dinheiro no banco, no qual vão acabar por sofrer desvalorização do mesmo devido à inflação, mesmo que estes optem por investir em ativos seguros como obrigações, por norma estas não conseguem proporcionar os retornos requeridos pela maioria dos investidores. O que suscita a questão de como os investidores conseguem contrariar estas tendências de mercado, que ativos devem adquirir, como devem construir uma carteira e de como esta se vai comportar perante diversas situações.

A razão pela qual o ouro é considerado um dos melhores objetos de pesquisa e análise deve-se a este ser um minério físico e escasso, com uma história que o interliga ao valor monetário, por já ter sido usado como moeda e reserva de valor, tornando-o num bem com um valor intrínseco associado.

Os períodos de crise são fortemente caracterizados por momentos de alta volatilidade e instabilidade económica como se deu com o surgimento da pandemia mundial da Covid-19 e com o começo do conflito armado na Ucrânia, consequentemente estes costumam ser acompanhados por aumentos descontrolados da inflação devido à escassez de produtos ou a políticas monetárias adotadas na tentativa de estimulação da economia: como a impressão de moeda monetária, medidas corretivas como o aumento das taxas de juro. De forma, a conseguirmos ter uma melhor compreensão dos mesmos precisamos das definições e do posicionamento do mercado.

Segundo o Banco Central Europeu (2023), a inflação ocorre quando uma moeda desvaloriza devido ao aumento geral dos preços dos bens e dos serviços, o que significa que os produtos consumíveis com uma unidade monetária vão ser inferiores. A forma como esta costuma ser calculada é através da elaboração e observação do preço de um cabaz de artigos de bens essenciais ao longo do tempo. No extremo, ocorre a hiperinflação, caracterizada pelo aumento descontrolado dos níveis dos preços em um curto período, este fenómeno pode destruir o valor da moeda local, acabando por levar a população local a substituir a sua moeda por uma mais estável.

Os momentos em estudo foram fortemente marcados por períodos de *bear* e *bull market*, estes termos possuem diversas definições na qual utilizaremos a de Chauvet e Potter (2000), estes defendem que uma *bull market* é um período de longo tempo fortemente caracterizado por uma subida acentuada dos preços originando cada vez mais, topos mais altos, interrompidos por uma serie de mínimos intermédios mais altos. Em contrapartida um *bear market* é uma tendência de decréscimo caracterizada por um longo período de tempo formado por baixos (ou fundos) intermédios interrompidos por uma série de mínimos cada vez mais baixos, os autores também sugerem que períodos como estes costumam ser acompanhados por uma recessão.

2.3. Teorias sobre a gestão de portfólios

Tendo em conta que os investidores procuram o maior retorno possível pelo menor risco, é essencial que estes construam uma carteira adequada para conseguirem adaptar-se às tendências de mercado, levando à criação de diversos modelos de forma a otimizar as suas escolhas, como a criação do *Modern Portfolio Theory* (MPT), publicada em 1952 por Harry Markowitz, que defende que os investidores procuram obter a maior rentabilidade atingível consoante o seu nível de aversão ao risco, criando uma fronteira eficiente (Markowitz, 1952).

Devido aos investidores tentarem minimizar o seu nível de exposição aos riscos de mercado, a elaboração de uma carteira diversificadamente adequada é fundamental, para se tentar atingir o ponto ótimo entre o risco e o retorno, onde quando os pontos se cruzam cria-se a fronteira eficiente de Markowitz, pois se a nossa carteira se encontrar abaixo da linha de fronteira de eficiência estamos expostos a risco excessivo perante o retorno esperado, tendo esta teoria por objetivo alcançar o portefólio de mercado (Investopedia, 2023).

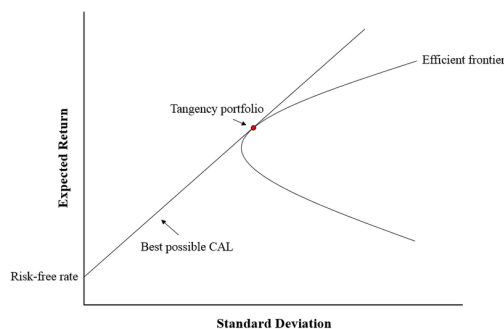


Gráfico 2.1: *Modern Portfolio Theory*

Fonte: Ihrig, Kim, Kumbhat, Vojtech e Weinbach (2017)

O modelo *Capital Asset Pricing Model* (CAPM) teve vários contribuidores desde os anos 60, nomeadamente Jack Treynor (1962), John Lintner (1965), Jan Mossin (1966) e William Sharpe (1964), sendo que em 1990 ganhou o prémio nobel da economia pelas suas contribuições para o desenvolvimento das teorias económicas, este modelo teve por base o MPT, sendo que o CAPM aprofundou o estudo entre o risco e o retorno esperado de um ativo (Gouveia, 2021).

O CAPM procura fazer distinção entre os diferentes níveis de risco, entre o risco sistemático ou risco não diversificável e o risco específico ou risco diversificável, tendo por base o preço de ativos individuais em relação ao risco sistemático, no qual o modelo MPT tinha como sua meta minimizar o risco total da carteira através da diversificação tendo em consideração a covariância dos ativos.

Este modelo possui o seu foco no prémio de risco, estabelecendo uma relação entre o Beta (β) de um ativo com o seu retorno esperado menos a taxa livre de risco, não tendo por base a diversificação da carteira, mas sim o beta dos ativos individuais em relação ao mercado. O objetivo deste modelo é filtrar os ativos que possuem um retorno inferior à taxa livre de risco, ou cujo retorno esperado seja inferior ao potencial risco a que os investidores se expõem em adquiri-lo.

A fórmula que define o CAPM pode ser indicada de acordo com a seguinte expressão (Jensen,1967):

$$ER_i = R_f + \beta_i (ER_m - R_f) \quad (2.1)$$

em que:

ER_i = Retorno esperado

R_f = Risco livre

β_i = beta do ativo

$(ER_m - R_f)$ = prémio de risco

Apesar dos modelos CAPM e MPT se complementarem, ambos possuem as suas limitações quando aplicadas ao mundo real, estes têm em conta a funcionalidade da aquisição dos

diversos ativos, por considerarem diversos fatores, como a rentabilidade esperada, a volatilidade, o volume na proporção da carteira, o seu nível de risco e a sua correlação simultaneamente. Assim, a aplicação de capital em ativos como o ouro terá diversos impactos consoante o período de investimento e o intuito que o titular requer destes quando constrói o seu portefólio.

Durante a criação de um portefólio a adição de um ativo como o ouro, pode gerar diversos efeitos, os investidores podem adicionar este de forma a diversificar a carteira, ou de maneira a diminuir a correlação da mesma, assim como podem estar a realizar uma aquisição estratégica de combate aos efeitos de períodos com elevada inflação e incerteza, podendo ir de acordo ou contra o *market sentiment*. O motivo para a aquisição deste ativo vai depender do propósito e das necessidades de cada utilizador.

2.4. Volatilidade dos mercados

Naturalmente os investidores são avessos ao risco, apresentando receio em investir em períodos de alta volatilidade, ou seja, alturas em que os mercados financeiros vão sofrer elevadas flutuações, tornando-se essencial o estudo da volatilidade na medida de ajudar os investidores a aplicarem os seus excedentes de capital de forma eficiente.

A volatilidade pode ser dividida em três categorias: implícita, histórica ou estatística e volatilidade previsional ou futura.

Por norma, a volatilidade é calculada através da variância ou do desvio padrão de uma série de variações percentuais ao longo de um intervalo de tempo. Esta é simbolizada por (σ), e mede as flutuações em relação à média, sendo normalmente expressa em forma de percentagem.

2.4.1. Volatilidade histórica

A volatilidade histórica (σ), de acordo com Vaz (2012), tem por base as flutuações passadas dos preços, esta é calculada através da variância dos resultados e visa medir o risco total do ativo financeiro. Neste sentido, é responsável por desempenhar um papel preditivo na formação das expectativas dos investidores, conseqüentemente também apresenta diversas

limitações, como a questão da relevância do impacto dos acontecimentos históricos nos resultados obtidos visto que os eventos mais recentes tendem a possuir um maior impacto.

A volatilidade histórica pode ser calculada através da seguinte fórmula (Ferreira, 2009):

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (X_t - \bar{X})^2}{n}} \quad (2.2)$$

sendo que,

X_t é o logaritmo natural do quociente entre duas cotações sucessivas, $\ln(P_t/P_{t-1})$,

\bar{X} = média aritmética de X_t ,

n = número de observações, caso (n seja pequeno podemos subtrair uma unidade para reduzir o enviesamento)

O método de interpretação dos dados é crucial, já que varia entre os autores. Muitos optam por utilizar a volatilidade histórica ponderada (σ_s), uma vez que esta permite que acontecimentos recentes possuam maior impacto sobre os resultados, o que por consequência tem tendência a gerar volatilidades superiores. Esta ponderação, tem tendência a refletir melhor as condições atuais de mercado do que a média histórica.

A volatilidade histórica ponderada pode ser dada pela seguinte expressão (Vaz, 2012):

$$\sigma_s = \sqrt{\sum_{t=1}^n (nw_t X_t - \bar{X})^2} \quad (2.3)$$

sendo que,

W_1, W_2, \dots, W_n as ponderações atribuídas aos acontecimentos e $\sum w_t = 1$

De acordo com Vaz (2012), há um valor médio de longo prazo, denominado reversão à média, que atua revertendo as condições atuais. Se os níveis mais recentes forem inferiores aos de longo prazo, estes apresentam tendência a subir, revertendo o nível médio, em contrapartida se os níveis atuais forem superiores aos de longo prazo estes tenderão a descer. A velocidade com que a reversão ocorre depende do tamanho do período, caso este seja mais longo, mais rápida será a reversão.

A regressão pode ser expressa pela seguinte fórmula:

$$\sigma^* = \sigma_{recente} + \alpha^*(\sigma_{recente} - \sigma_{longo}) \quad (2.4)$$

é,

α^* = velocidade da reversão

2.4.2. Volatilidade implícita

A volatilidade implícita (VI) é aplicada ao mercado de opções, esta é uma medida de representação da volatilidade esperada do preço de um ativo com base nos preços atuais das opções desse ativo, ou seja, a volatilidade que equipara o preço de mercado da opção com o seu valor teórico.

O modelo mais utilizado no mercado financeiro para calcular a volatilidade implícita é o modelo de Black-Scholes. Segundo Aurélio (2012), resolvemos o modelo em ordem à variável que representa a volatilidade, tornando o prêmio da opção em uma variável explicativa. Por norma, é calculada utilizando o preço de mercado da opção como *input* e a volatilidade como *output*. De maneira a tornar os resultados mais precisos e rigorosos utilizamos o preço médio entre o *Bid* e o *Ask*, em vez do preço de fecho de mercado.

A volatilidade implícita é fundamental porque reflete as expectativas do mercado em relação ao preço no futuro, sendo considerada superior à volatilidade histórica para previsões futuras, pois representa uma previsão mais eficiente, embora possa estar enviesada em relação à volatilidade futura.

2.4.3. Volatilidade futura

A volatilidade futura ou previsional, é a volatilidade mais controversa de todas, uma vez que os especialistas tentam a ultrapassar, devido à impossibilidade de calcular com precisão o preço de um ativo subjacente para o período de termo da opção.

Devido à impossibilidade de prever o futuro, os especialistas baseiam-se nos valores das volatilidades históricas e presentes de forma a tentarem criar cenários realistas para o futuro. Um dos métodos mais comuns para se determinar o valor da volatilidade é com recurso aos

modelos que vamos futuramente estudar e aplicar *autoregressive conditional heteroskedasticity* (ARCH) / *Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity* (GARCH).

Estes modelos possuem a característica de entenderem que a volatilidade não é constante ao longo do tempo, mas sim condicional a informações passadas, no qual existe a tentativa de capturar a dinâmica temporal de forma a fazer previsões mais precisas. Apesar de tudo este modelo continua a sofrer limitações devido a não conseguir prever choques de mercado.

2.4.4. Modelos de volatilidade

De acordo com Furriel (2011), os modelos estatísticos/econômicos que incorporam a possibilidade da variância conter o termo de erro não constante, neste caso a volatilidade, são intitulados por modelos heterocedásticos, pois permitem capturar a evolução da variância condicional (σ^2) ao longo do tempo. Segundo, (Peña, Tiao, e Tsay, 2000), os modelos heterocedásticos podem ser divididos em duas categorias, a primeira utiliza uma função determinística que captura as alterações da σ^2 com recurso ao uso de fatores específicos e explícitos, ou seja a volatilidade é explicada por fatores exógenos. A segunda categoria emprega uma equação estocástica na modelagem de uma variável aleatória para determinar a variância condicional, utilizando valores anteriores de erros, para determinar a evolução de volatilidade ao longo do tempo.

O modelo autorregressivo de ARCH foi desenvolvido por Robert Engle em 1982, com o intuito de superar as limitações da heteroscedasticidade condicional em séries temporais. Os modelos autorregressivos de médias móveis (ARMA), são frequentemente utilizados, combinando componentes autorregressivos (AR) e componentes de média móvel (MA), eles assumem que a variância dos resíduos (erro) é constante ao longo do período temporal. No entanto, o modelo ARCH estende essa capacidade ao permitir que a variância condicional dos resíduos varie ao longo do tempo, capturando assim a heteroscedasticidade condicional nas séries temporais financeiras.

A função base de Arch(q) é dada pela seguinte equação (Furriel, 2011):

$$X_t = \sigma_t \varepsilon_t, \text{ com } \sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 X_{t-1}^2 + \dots + \alpha_q X_{t-q}^2 \quad (2.5)$$

sendo que,

σ_t^2 representa a variância condicional dos resíduos no tempo;

$\alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_q$, os coeficientes são responsáveis por determinar a variância condicional que é modelada em termos dos quadrados dos resíduos anteriores;

$X_{t-1}^2, X_{t-2}^2, \dots, X_{t-q}^2$, são os quadrados dos resíduos anteriores;

($\alpha_0 > 0$ e $\alpha_i \geq 0, i=1,2,\dots,q$) de forma a assegurar que a variância não condicionada é finita, sendo que se a soma de todos os parâmetros for inferior a 1 é uma equação estacionária fraca. Se σ_t é constante ao longo do tempo, nesse caso X_t forma um ruído branco.

A equação demonstra que a variância condicional é modelada com uma função linear dos quadrados dos resíduos anteriores onde a contribuição de cada termo é ponderado pelos coeficientes anteriores, o número de termos anteriores (q) a serem considerados é determinado pela norma do modelo de ARCH.

De acordo com Engle (1982), um processo ARCH (q) é estacionário apenas quando, $\sum_{i=1}^q \alpha_i < 1$ indicando que ARCH é um ruído branco (valor médio nulo e variância constante):

- $E(X_t) = 0$;

- $Var(X_t) = \frac{\alpha_0}{1 - \sum_{i=1}^q \alpha_i}$;

- $Cov(X_t X_{t-k}) = 0, k = 1, 2, \dots$

Sendo que, a σ_t^2 depende do quadrado dos resíduos passados da regressão, variando ao longo do tempo. O que o modelo tenta passar de acordo com Furriel (2011), é que X_t é não correlacionado, mas depende e que essa dependência pode ser descrita por uma simples função quadrática.

$$Var(X_t | X_{t-1}, X_{t-2}, \dots) = E(X_t^2 | X_{t-1}, X_{t-2}, \dots) = \sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 X_{t-1}^2 + \dots + \alpha_q X_{t-q}^2 \quad (2.6)$$

De acordo com Furriel (2011), a estrutura do modelo evidencia que grandes valores passados X_t implicarão uma σ_t^2 de X_t elevada, demonstrando que valores elevados de X_t tendem a ser seguidos por outros valores elevados, indicando que existe uma probabilidade mais elevada de se obterem grandes variações.

Os testes de hipóteses consistem em diagnósticos que nos permitem validar ou rejeitar suposições sobre a população em análise, para tal são levantadas duas suposições, H_0 , que representa a hipótese nula e H_1 representa a hipótese alternativa. De acordo, com Banzato (2021), o *p-value* é definido com o menor nível de significância no qual a hipótese nula seria rejeitada.

O teste de hipótese Ljung-Box verifica se FAC de X_t^2 é nula até m lag máximo de q, onde a hipótese do teste $H_0: p_0 = p_1 = \dots = p_q = 0$, onde $p_i, i=0, \dots, q$ é uma função de autocorrelação de X_t^2 nos lags $0, \dots, q$ e a estatística de teste, que converge para a distribuição X_q^2 é:

$$Q(m) = N(N+2) \sum_{l=1}^q \frac{\widehat{P}_l^2}{T-L} \quad (2.7)$$

N é o número de observações da série temporal e q representa o número de *lags* da FAC amostral de X_t^2 . Onde N representa o tamanho da amostra, p é o estimador do enviesado de q para amostras. O que nos permite identificar a presença de ARCH é a rejeição da hipótese nula, se o valor observado do teste estatístico $Q > X_q^2(\alpha)$.

De acordo, com Engle (1982), também podemos considerar a seguinte regressão da variável X_t^2 sobre q dos valores desfasados:

$$X_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 X_{t-1}^2 + \dots + \alpha_q X_{t-q}^2 + a_t \quad (2.8)$$

Na equação anterior a hipótese que se pretende rejeitar é $H_0: \alpha_0 = \alpha_1 = \dots = \alpha_q = 0$ de forma a confirmar o efeito de ARCH, evidenciando que assim que os resíduos passados não possuem influência sobre a variância condicional.

Para verificar a presença do modelo de ARCH, Robert Engle (1982) propôs o modelo dos multiplicadores de Lagrange de forma a testar a extensão do atraso dos erros de ARCH, verificando se existe heterocedasticidade condicional, tornando a sua testagem fundamental para sustentar a iniciação da modelação do modelo ARCH/GARCH, uma vez que este pode ser calculado antes da estimação dos modelos.

O teste aplicado é equivalente à estatística F de forma a testar a nulidade dos coeficientes de uma regressão linear.

$$\bar{Y} = \sum_{t=1}^N \frac{X_t^2}{N} \quad (2.9)$$

É a média amostral de X_t^2 e que \hat{a}_t são os resíduos da estimação da regressão.

$$F = \frac{\frac{SSR_0 - SSR_1}{q}}{\frac{SSR_1}{N - 2q - 1}} \quad (2.10)$$

Tem distribuição assintótica $F_{q,(N-2q-1)}$, onde $(q, N-2q-1)$ representa os graus de liberdade da distribuição. A hipótese que valida o modelo de ARCH é rejeitar a hipótese nula se $F > F_{q,(N-2q-1)}(\alpha)$.

Apesar do modelo de ARCH resolver o problema da heteroscedasticidade, este modelo base continua a ter diversas limitações devido aos seus parâmetros serem restritivos, o que pode causar uma especificação inadequada do modelo, visto que este não tem em consideração a assimetria dos choques, uma vez que assume que os choques positivos e negativos produzem o mesmo impacto sobre a volatilidade. A forma de compreensão da variação das fontes temporais é limitada, devido a apenas fornecer uma descrição mecânica da variância condicional e não as suas causas para essas variações, no qual acaba por fornecer previsões exageradas da volatilidade devido a este estar estruturado a responder lentamente a grandes alterações isoladas.

Aurélio (2012), entrou em maior detalhe sobre as limitações do modelo ARCH (q), como a inexistência de um processo definido para determinar o número de defasamento na tentativa de capturar a volatilidade, assim como o número de defasamentos precisa de ser elevado para capturar as variâncias condicionadas com viabilidade, a existência da possibilidade de violar as restrições de não negatividade devido ao seu elevado número de parâmetros e a incapacidade que o modelo tem capturar eventos do meio envolvente, como fusões, aquisições ou outras variáveis.

O modelo autorregressivo de heteroscedasticidade condicional generalizada (GARCH) é uma extensão do modelo ARCH desenvolvido por Bollerslev (1986), este modelo foi elaborado com o intuito de superar as dificuldades de capturar adequadamente a volatilidade, uma vez que a variância condicional do processo de erro é modelada não apenas em relação aos quadrados dos valores passados da série, mas também em relação às variâncias condicionadas passadas, tornando-o uma ferramenta fundamental para a análise e previsão de series temporais financeiras.

Desta forma o modelo de GARCH, inclui as variâncias passadas na explicação das variâncias futuras, visto que utiliza a dependência serial da volatilidade para estimar os coeficientes do modelo, pois este não necessita de uma ordem q elevada como em ARCH.

O modelo de GARCH (p,q) utiliza a volatilidade condicional σ_t^2 no tempo t, uma vez que esta proporciona uma maior flexibilidade na modelagem da persistência e estrutura temporal da volatilidade, devido a conseguir capturar padrões mais complexos de dependência temporal na volatilidade, uma vez que o modelo de GARCH defende que o melhor preditor da variância no próximo período é uma média ponderada da variância média de longo prazo. O modelo desenvolvido por Bollerslev (1986), é um dos modelos com maiores semelhanças e capacidade de substituição do modelo AR, este é formulado da seguinte forma:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \epsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p \beta_j \sigma_{t-j}^2 \quad (2.11)$$

Explicação:

σ_t^2 : Variância Condicional no tempo

α_0 : Termo Constante

q : Número de termos de resíduos quadrados defasados

p : Número de termos de variâncias condicionais defasadas

α_i : Coeficiente para o i-ésimo resíduo do quadrado defasado (ϵ_{t-i}^2)

(ϵ_{t-i}^2) : Resíduo quadrado defasado no tempo i

β_j : Coeficiente para a j-ésima variância condicional defasada (σ_{t-j}^2)

σ_{t-j}^2 : Variância condicional defasada no tempo j

Para que o modelo possua uma covariância ou uma tendência de convergência, é necessário que ele siga as seguintes restrições:

$$\alpha_0 > 0,$$

$$\alpha_i \geq 0 \text{ (para } i = 1, 2, \dots, q)$$

$$\beta_j \geq 0 \text{ (j = 1, 2, \dots, p)}$$

$$\sum_{i=1}^q \alpha_i + \sum_{j=1}^p \beta_j < 1$$

O modelo de Garch permite variâncias condicionais defasadas na sua modelagem, o que o tornam em um modelo flexível e adaptativo às variações condicionais, uma vez que este consegue capturar as variâncias condicionais passadas.

Se $p = 0$, significa que o modelo depende exclusivamente dos resíduos quadráticos passados, reduzindo-se desta forma a um modelo ARCH (q). Quando $p = q = 0$ o modelo fica reduzido a um ruído branco simples, onde a variância é constante e não dependente de valores passados.

O modelo de GARCH (p,q), é modelado pelos termos de erro ϵ_t onde:

$$\epsilon_t = y_t - X_t' b, \quad (2.12)$$

A extensão que nos permite calcular o atraso p do modelo Garch (p,q) é estabelecida em três passos:

Numa primeira fase estimamos o modelo AR(q) que consideramos mais adequado:

$$y_t = a_0 + a_1 y_{t-1} + \dots + a_q y_{t-q} + \epsilon_t = a_0 + \sum_{i=1}^q a_i y_{t-i} + \epsilon_t \quad (2.13)$$

Nesta etapa, é necessário estimar os coeficientes a_i e o termo de erro ϵ_t , com o propósito de ajustar a dependência linear dos valores passados da série y_t sobre o valor atual. Na segunda fase, analisamos os resíduos ϵ_t , depois de estimarmos o modelo AR(q). Na terceira fase utilizamos os resíduos ϵ_t para estimar o modelo Garch(p,q), que inclui as variâncias condicionais e resíduos passados, sendo que determinados o atraso p, ou seja, o número de termos de variância desfasada σ_{t-j}^2 que melhor explica a persistência na volatilidade da série.

O modelo Garch (1,1) é uma variante frequentemente utilizado em análises de séries temporais financeiras, devido à sua forma simplista e elevada versatilidade, este é definido pelas seguintes expressões:

$$R_t = \epsilon_t \sigma_t \quad (2.14)$$

$$R_t = \epsilon_t \sqrt{\alpha_0 + \alpha \epsilon_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2} \quad (2.15)$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \epsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 \quad (2.16)$$

Assim como no modelo ARCH (1), a equação possui um termo desfasado do retorno e da variação condicional ao quadrado, de forma a determinar a variância condicional do período atual. O impacto dos choques da série temporal vai ser definido pelo α , quando maior este for, mais imediato será o impacto do choque. O valor do β determina a duração desse impacto, pois quanto mais elevado for, maior vai ser a duração dos choques de volatilidade, para o cálculo destes parâmetros utiliza-se o método máximo da verossimilhança.

Para o modelo de GARCH (1,1) ser considerado estacionário é necessário que a soma dos parâmetros alfa e beta seja inferior a 1. A equação demonstra a restrição estacionária do modelo:

$$\alpha_0 = y\sigma_{LR} \quad (2.17)$$

$$\sigma_{LR} = \frac{\alpha_0}{y} = \frac{\alpha_0}{(1-\alpha-\beta)} \quad (2.18)$$

A equação seguinte tem a função de estimar a variância condicional em t+1, ou seja, prever a volatilidade dos próximos períodos:

$$E[\sigma_{t+i}^2] = \sigma_{LR} + (\alpha + \beta)^i(\sigma_t^2 - \sigma_{LR}) \quad (2.19)$$

Os retornos fornecidos pelo modelo na serie temporal em análise são descritos pela equação:

$$Rr_t = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) \quad (2.20)$$

De acordo com Aurélio (2012), o coeficiente α_1 mede a extensão em que um choque no retorno verificado hoje afetará a volatilidade do retorno no dia seguinte. O coeficiente β_1 representa a persistência da volatilidade ao longo do tempo, dessa forma a soma de $(\alpha_1 + \beta_1)$ indica o impacto de como um choque sobre o retorno verificado hoje, se propaga no espaço temporal, afetando a volatilidade dos retornos futuros. Se o resultado estiver próximo de 1 indica que os efeitos possuem alta persistência sendo visíveis ao longo do tempo, tendo um efeito duradouro, enfraquecendo lentamente, se o resultado for superior a 1 sugere que a volatilidade está explodindo o que não é ideal para modelos financeiros.

A vantagem do modelo de GARCH em relação ao ARCH é que este é uma extensão, na medida que possui uma memória mais longa e uma estrutura de defasagens para variância mais flexível.

2.5. Propriedades de hedge, safe haven e diversifier

O presente trabalho tem como objetivo diferenciar a utilidade e o funcionamento comportamental do ouro em diferentes cenários económicos. É efetuada uma análise à capacidade deste metal enfrentar períodos de declínio e de crescimento nos mercados de ações e obrigações, o que nos permitirá avaliar o seu poder de proteção e crescimento em diversos cenários do mercado.

O estudo da habilidade de proteção (*hedging*) e de porto seguro do ouro (*safe haven*), teve diversos contributos de pioneiros como Baur e Lucey (2010) e Baur e McDermott (2010). Esses temas foram aprofundados por autores como Ciner, Gurdgiev e Lucey (2013), que expandiram a análise ao investigar a habilidade do ouro de atuar como *hedge* contra diversos ativos dos mercados dos EUA e RU. Utilizando regressões quantílicas em períodos de alta volatilidade, eles também exploraram a capacidade do ouro de funcionar como um *safe haven* em relação às flutuações cambiais, aplicando uma correlação condicional dinâmica com a especificação GARCH de (Engle, 2002).

Baur e Lucey (2010), estudaram as relações constantes e variáveis temporais entre as ações e títulos dos Estados Unidos da América, Reino Unido e Alemanha, utilizando os preços diários do MSCI, aplicado através de uma equação modelo, com recurso a uma *subsample* para estudar o efeito dos choques de mercado a curto prazo. Tendo identificado que o ouro em média atua como um *hedge* contra ações e como *safe haven* em períodos de alta instabilidade, através de *subsamples*, evidenciaram que o ouro demonstra propriedades de *safe haven* de forma breve.

Um estudo mais recente foi a de Baur e McDermott (2016), em que analisaram o impacto comportamental dos investidores perante a sua preferência por investir em ouro, em vez de, obrigações do tesouro americano que possuem menos risco. Destacando que um dos principais motivos que leva a estes alocarem os seus investimentos ao ouro é devido a comportamentos passados e à natureza tangível e física do ouro, bem como o seu papel histórico, o que leva à sua atração perante ativos mais seguros. O ouro oferece assim proteção contra a inflação, o risco cambial e risco de incumprimento, algo que os títulos não conseguem mitigar totalmente.

A forma de construção da carteira dos investidores, vai depender do tipo de ativos que estes vão selecionar, os ativos podem enquadrar-se em 3 categorias *Hedge*, *Safe Haven* e *Diversifier* (Baur e Lucey, 2010, p.219).

As definições estão em constante evolução, sendo que dependem da interpretação de cada autor, desta forma vamos guiar o nosso trabalho pela definição de (Baur e Lucey, 2010, p.219).

2.5.1. Hedge

De acordo com a definição de (Baur e Lucey,2010,p.219), “*A hedge is defined as an asset that is uncorrelated or negatively correlated with another asset or portfolio on average. A strict hedge is (strictly) negatively correlated with another asset or a portfolio on average.*”

Apesar das definições serem extremamente similares (Baur e McDermott,2010,p.1889), aprofundaram o estudo com o intuito de diferenciar um *strong* de um *weak hedge*, “*A strong (weak) hedge is defined as an asset that is negatively correlated (uncorrelated) with another asset or portfolio on average.*”

Para um ativo ser considerado um *hedge*, é necessário o investimento em pelo menos dois produtos com uma correlação negativa em média, o que significa quando um ativo ou portfólio perde ou ganha valor, o outro ativo tem de realizar o efeito oposto, no extremo este efeito acontece de forma proporcional, desta maneira a correlação precisa de variar entre $-1 < 0$, sendo que quando o valor é -1 existe cobertura perfeita.

A forma como um investidor pode realizar a cobertura do seu portfólio pode ser feita através de múltiplos instrumentos financeiros, sendo que pode adquirir ações, contratos de futuros, opções, entre outros.

O nosso método de análise testa a habilidade de *hedging* do ouro contra o mercado de ações de acordo com a fórmula adota por Baur e Lucey (2010), que introduziram uma regressão quantílica, com o intuito de estudar se ouro era considerado um ativo *safe haven* ou *hedge* contra as ações dos EUA, RU e Alemanha. Na análise concluíram que o ouro apenas não possuía a habilidade de *hedge* para os stocks na Alemanha, o efeito oposto ocorreu na análise do estudo das obrigações sendo que não apresentou características de *hedge* para os Estados Unidos e Reino Unido.

De acordo com a análise de Baur e McDermott (2010), que a aprofundaram a definição, diferenciando entre um *weak* e *strong*, *hedge* e *safe haven*, no qual realizaram um estudo similar, mas com o uso de modelo de processo dinâmico, definido pela equação b_t , em que as variáveis D , tentam capturar os movimentos extremos de mercado. Realizaram a análise com dados diários, semanais e mensais de 53 indices mundiais, de países desenvolvidos e de mercados emergentes. Os resultados obtidos indicaram que os índices denominados em

dólar americano não se comportam como um ativo de proteção para a maioria dos índices exceto os Norte Americanos, ou seja, o ouro apresenta tendências de acompanhar os movimentos de correlação com os índices regionais tanto em períodos normais como em momentos de crise, a explicação para este facto deve-se às alterações cambiais serem medidas em dólares, por outro lado o ouro apresentou características de um *hedge* na moeda local para a Alemanha, Itália, França, Suíça, Reino Unido e Estados Unidos, evidenciando que o ouro é um *strong hedge* para os mercados europeus e para os EUA.

Para tal utilizaram o seguinte modelo de regressão (Baur e McDermott, 2010):

$$r_{Gold,t} = a + b_t r_{stock,t} + e_t \quad (2.21)$$

$$b_t = c_0 + c_1 D(r_{stock} q_{10}) + c_2 D(r_{stock} q_5) + c_3 D(r_{stock} q_1) \quad (2.22)$$

$$h_t = \pi + \alpha e_{t-1}^2 + \beta h_{t-1} \quad (2.23)$$

Hood e Malik (2013), através do mesmo método realizaram um estudo à correlação dos metais preciosos e o índice de volatilidade com o S&P 500, concluído que o ouro foi o único metal em estudo que apresentou ser um *strong hedge*.

Hussain Shahzad, Bouri, Roubaud e Kristoufek (2020), realizaram a sua abordagem a mercados um pouco mais inovadores, tendo recorrido ao estudo do Bitcoin, ouro e *commodities* contra os índices dos EUA e da China, utilizando *wavelet value-at-risk* (VaR) de forma a entender o nível de exposição ao risco. O estudo evidenciou que o Bitcoin era o menos dependente, seguido pelo ouro e depois *commodities*.

A análise efetuada por Gürgün e Ünalmiş (2014), utilizando o mesmo método de Baur e McDermott, indo de encontro com os resultados obtidos nos casos anteriores em que atua como um *weak* ou *strong hedge* para a maioria dos mercados domésticos pela totalidade do período, o mesmo já não acontece quando falamos de investidores estrangeiros em que este efeito é muito menos frequente.

Esta definição foi estendida por Baur e McDermott (2010), que sentiram a necessidade de diferenciar entre um *weak e strong hedge*, tendo desenvolvido a seguinte definição uma *hedge* forte ou fraca é um ativo que está negativamente correlacionado ou não correlacionado, com outro ativo ou conjunto de ativos em média. Os diversos testes

realizados, demonstraram que o ouro atuava como um *hedge* nos mercados europeus e americanos, mas que não surgia grande efeito contra os mercados emergentes, mostrando-se mais eficaz nos mercados desenvolvidos.

Vieira (2020), aplicou um método semelhante ao de Baur e Mcdermott (2010), onde analisou o papel do ouro nos mercados europeus, na sua análise chegou à conclusão de que o ouro é um *hedge* a longo prazo para os stocks com exceção do EuroStoxx 600, de acordo com as *subsamples* em análise ficou comprovado que o ouro é um *hedge* e atua como diversificador para a maioria das ações depois da falência dos Lehman Brothers.

Num estudo mais recente, (Vieira, Carvalho, Curto e Laureano, 2023), chegaram a conclusões similares, o ouro apresenta-se como um porto seguro para alguns mercados de ações em específico, mas no caso do Eurostoxx 600 este apresenta-se como um diversificador, sendo que para os mercados de ações em estudo o ouro apresenta-se como um *safe haven* depois do colapso dos Lehman Brothers, e que anteriormente este apresentava-se como um diversificador para a maioria dos ativos, mas como vimos em Baur e Mcdermott (2010) o efeito de *hedge* acontece em mercados desenvolvidos como os em estudo e não emergentes.

Os autores Vieira et al. (2023), quando analisaram o mercado de títulos identificaram que o fator mais significativo é o país emissor, no caso da Alemanha e França os títulos atuam como diversificadores, para os restantes emissores desde a crise de dívida soberana europeia a maioria costuma atuar como *hedge*.

2.5.2. Safe Haven

Para a nossa análise do efeito *Safe Haven*, o ouro tem de apresentar tendência de reter o seu valor ou possivelmente subir o mesmo em tempos de forte instabilidade e incerteza, contrariando os movimentos de tendência do mercado. Indo de acordo com uma das frases mais económicas de (Bhanja e Dar, 2015) “The beauty of gold is, it loves bad news.”

De acordo com a definição de (Baur e Lucey,2010,p.219), “A *safe haven* is defined as an asset that is uncorrelated or negatively correlated with another asset or portfolio in times of market stress or turmoil.”

Uma versão mais aprofundada foi desenvolvida por (Baur e McDermott,2010,p.1889), “*A strong (weak) safe haven is defined as an asset that is negatively correlated (uncorrelated) with another asset or portfolio in certain periods only, e.g. in times of falling stock markets.*”

Por outras palavras, é um ativo que em média não está correlacionado ou é negativamente correlacionado com os ativos em comparação, mas sim em momentos específicos em que o mercado enfrenta fortes quedas ou incerteza.

Baur e Lucey (2010) testaram a propriedade de *safe haven* com recurso à regressão modelo, com o uso de quantis de 1%, 2.5% e 5% de forma a capturar a volatilidade em momentos de quedas acentuadas, os resultados demonstraram que o efeito de *safe haven* é temporário acabando por durar apenas cerca de 15 dias de *trading*, com este estudo concluíram que o ouro era um *safe haven* para o quantil de 1% e 2.5% dos EUA e na Alemanha.

Baur e McDermott (2010), usaram o seu modelo de regressão dinâmica previamente mencionado, sendo que identificaram a formação de um padrão, em que as pessoas costumam refugiar-se no ouro depois de momentos que abalaram o mercado de forma extremamente negativa. Os autores encontraram evidência que existe o efeito de *safe haven* para a maioria das ações dos países desenvolvidos, os resultados mais fortes foram encontrados para dados diários no quantil de 1% quando aconteciam choques extremos, demonstrando que os investidores utilizam o ouro como um ativo de refúgio, em contrapartida quando este efeito de queda é mais prolongado com perdas semanais ou mensais o efeito de resposta dos investidores não é assim tão aparente.

Durante a análise foi feita a distinção entre os dois tipos de *safe haven*: um *weak safe haven*, um ativo que protege os investidores na medida que não segue na mesma direção de depreciação que o mercado em momentos de crise, e um *strong safe haven* que é um ativo que se move na direção oposta no mercado em momentos de *market turmoil*.

O artigo reforçou que o comportamento e as expectativas dos investidores em mercados emergentes são diferentes dos investidores em mercados desenvolvidos, uma vez que estes no máximo demonstraram um comportamento de *weak safe haven*, preferindo sofrer perdas ou até mesmo retirar o dinheiro destes mercados em vez de reajustarem o seu portefólio. Os autores identificaram que durante a crise financeira de 1987 o ouro apresentou o comportamento de um *strong safe haven* para os Estados Unidos e Canadá, mas para a crise

asiática não foram demonstrados os mesmos comportamentos. De forma geral, o ouro conservou o seu papel de *safe haven* em períodos em que a volatilidade global estava elevada, mas não manteve este efeito para momentos de elevada incerteza global.

A perspectiva do papel do ouro sofreu diversos estudos ao longo das décadas, Baur e Glover (2012), analisaram o que poderia levar à destruição de um ativo de porto seguro, primeiramente concluíram que o fator que afetaria mais o mercado seria o efeito de *cross-market rebalancing*, ou seja, quando os investidores estão perante potenciais quedas estes tendem a reajustar o seu portefólio, movendo-se para ativos como o ouro e tentando manter o equilíbrio ótimo dos seus ativos.

Desta forma, ativos excedentes na carteira tendem a ser vendidos para comprar ativos em falta, por exemplo quando as ações estão a ser comercializadas em desconto, os investidores podem vender o seu ouro para comprar outros ativos e vice-versa, podendo levar à queda do preço do ouro. Os investidores precisam de ter em mente que existe um efeito de atraso entre o impacto do choque de mercado e o início do rebalanceamento dos portefólios, uma vez que só a partir de certo nível de queda é que se torna benéfico o reajuste dos investimentos, conseqüentemente, quantos mais investidores detiverem ouro, mais rápido será este efeito de rebalanceamento.

O segundo efeito identificado por Baur e Glover (2012) foi o *wealth effect*, que sugere que, quando um investidor sofre perdas em um ativo, essa perda afeta diretamente a sua capacidade de assumir riscos. Como resultado, ele pode optar por liquidar posições em outros mercados, especialmente em ativos mais arriscados.

Em terceiro lugar o *liquidity shock effect*, faz com que os participantes de mercado precisem de liquidar as suas posições em diversos mercados, de forma a cobrir outras posições noutros mercados devido à falta de liquidez do detentor, acabando por afetar os diferentes mercados.

Por último, o *disposition effect* fala da experiência comportamental das pessoas, na maioria das vezes estas demonstram-se relutantes em vender ativos que se encontram em perda, devido ao efeito de ressentimento de perda (*miss out effect*), desta forma alguns investidores costumam vender ativos que não perdem imediatamente o seu valor, devido a poderem ser um *safe haven* como o ouro, a sua venda acaba por compensar as perdas nos outros investimentos.

Todos os efeitos mencionados acabam por contribuir para a destruição dos efeitos de *safe haven*, porque quanto maior for o número de investidores a deter ouro antes do choque de mercado, maior vai ser a força de venda quando uma crise advir levando a que estes alterem a sua estratégia de investimento.

Baur e McDermott (2010), com recurso à equação progressiva previamente mencionada obtiveram resultados de que o ouro desempenha o papel de *safe haven* nos mercados europeus e nos EUA, sendo que não desempenha características de *hedge* nem de *safe haven* para mercados emergentes como Austrália, Canadá e Japão. Sendo que, ficou demonstrado resultados fortes no intervalo de 1%, indicando que em momentos de pânico existe um efeito de compra de ouro no mercado. “React differently to shocks in emerging markets as opposed to developed markets” (Baur e McDermott, 2010).

No estudo de metais preciosos efetuado por Hood e Malik (2013), chegaram à conclusão de que, o ouro é um *strong safe haven* no nível de significância de 10%, foi identificado que nos piores dias do S&P500 o ouro está negativamente correlacionado. Os outros metais como a prata e a platina não apresentaram efeitos de *safe haven* em nenhum quartil, para surpresa o *volatility index* (VIX) apresentou características de ser um *safe haven* forte em todos os quartis, ultrapassando a performance do ouro devido às estimativas dos seus coeficientes mais elevados e estatisticamente significativos. Concluíram que a adição do ouro e do VIX seria benéfica para a carteira dos investidores devido a apresentarem comportamentos sólidos de *hedge* e *safe haven*, mas que VIX seria a melhor opção.

Ciner, Gurdgiev e Lucey (2013), analisaram o mercado do petróleo, títulos, ações e a moeda dos EUA e RU, os resultados demonstraram que o mercado das obrigações desempenha um papel de proteção em média para mercado de ações e o ouro para as flutuações das taxas cambiais, para além do ouro apresentar propriedades de *hedging* este também apresenta a capacidade de ser um porto seguro quando existem quedas significativas na moeda dos dois países.

Também estudado por Beckmann e Czudaj (2013), que utilizaram o método de Baur e Lucey (2010) com a implementação de uma função transacional exponencial, tendo chegado à mesma conclusão que o ouro atua como um *hedge* e *safe haven* só que em alturas diferentes, para além disso eles indicaram que nos últimos anos o preço do ouro tinha subido

exponencialmente, apesar de não terem identificado o motivo direto chegaram à conclusão que este seria um ótimo ativo para balancear e diversificar os portfólios.

A relação não linear entre o ouro, petróleo, e o mercado acionista americano foi estudada por Coronado, Jiménez-Rodríguez e Rojas (2015), indicando que existe uma relação causal não linear entre o mercado do ouro, petróleo e ações (causalidade em todas as direções), onde por exceção não foi identificado este comportamento na *subsample* de 1990 e de 2001 a 2015 entre o ouro e petróleo. Concluiu-se que as variações nos retornos destes dois mercados de *commodities* podem atuar como indicadores antecipados de mudanças no S&P 500, e vice-versa, destacando-se a importância de monitorizar estes indicadores. No entanto, os autores explicam que esses resultados são ambíguos, pois parecem ser altamente influenciados pela amostra utilizada na análise.

A análise de Vieira (2020), vai ao encontro dos resultados anteriores, o ouro apresenta características de *safe haven* em momentos de incerteza e em momentos de queda no quartil de 2.5% com especial atenção ao quartil 1%, no entanto os eventos recentes como a Covid - 19 não demonstraram o mesmo efeito, em relação a títulos surge novamente o mesmo efeito em que o emissor é o fator mais importante, estas não apresentam o efeito de *safe haven* durante longos períodos de tempo, sendo que em certos momentos todos os países apresentaram o comportamento de *safe haven* menos a Alemanha e França.

Vieira et al (2023), chegaram às mesmas conclusões indicando que o ouro é um *safe haven* para o quartil de 2.5% e 1%, não ficando comprovado a existência de um *safe haven* para os títulos, concluído que o emissor e o período são o principal fator para a criação deste efeito de refúgio.

2.5.3. Diversifier

De forma a concluir os temas em estudo (Baur e Lucey,2010,p.219), defendem que “*A diversifier is defined as an asset that is positively (but not perfectly correlated) with another asset or portfolio on average.*”

Embora o efeito de diversificação não seja o foco principal do estudo, Baur e Lucey (2010) observaram que, em períodos de estabilidade no mercado, o ouro tende a exercer um efeito diversificador. Conclusões semelhantes foram alcançadas por outros autores, que notaram que, durante períodos estáveis, a correlação do ouro se aproximava de 0, sugerindo um efeito de diversificação, o qual desaparecia quando surgiam momentos de instabilidade ou crise.

2.6 Bitcoin

Com o aparecimento das novas tecnologias, em especial a internet, novas formas de comunicação foram criadas em um curto espaço de tempo, todo este progresso trouxe consigo a necessidade de aumentar a segurança na transmissão de dados, o que impulsionou o uso da criptografia para proteger as informações dos utilizadores.

A ideia de realizar transações eletronicamente surgiu nos anos de 1970 a 1980 por parte das instituições bancárias de forma a facilitar a compra de ativos financeiros, com o surgimento da *world wide web* em 1989.

Sendo que em 1998 surgiu um dos primeiros conceitos de uma moeda digital intitulada por B-Money, esta moeda foi desenvolvida pelo engenheiro de computação Wei Dai, mas nunca chegou a ser lançada, contudo este conceito de dinheiro digital pavimentou o caminho para a criação das criptomoedas como conhecemos hoje, tendo fornecido as bases para a *blockchain technology* e para as chaves públicas de autenticação e *smart contracts*. (Brandão, 2020; Guedes, 2020)

Os primeiros traços do surgimento do Bitcoin remontam para o ano de 2008, com o registo da *domain* Bitcoin.org, feito pelo pseudónimo Satoshi Nakamoto. A 3 de janeiro de 2009 o primeiro bloco de Bitcoin foi minerado, sendo que em 2010 dá-se início ao *trading* do bitcoin e desde então o preço do mesmo tem continuado a subir de forma constante ao longo dos anos. (Brandão, 2020; Guedes, 2020)

O que popularizou o Bitcoin foi a sua natureza descentralizada, que permite proteger os usuários contra o controlo do capital e censura por parte dos governos, combatendo políticas inflacionárias como a emissão de moeda, assim como facilita o acesso ao mercado global às populações mais desfavorecidas. Apesar do Bitcoin ser a moeda mais conhecida, o seu futuro ainda é incerto quanto à sua utilização devido aos possíveis impactos que pode sofrer com a regulamentação. (Oro Boff e Alves Ferreira, 2016)

3. DATA

Nesta secção da tese fazemos a introdução e apresentação da parte prática em estudo, onde aplicamos a teoria previamente apresentada.

Vamos fornecer a base de dados utilizada, os ativos em estudo, a forma de aplicação e interpretação dos dados, assim como vamos dar introdução aos próximos pontos em estudo que são as metodologias e a descrição estatística.

3.1. Caracterização dos dados

Os dados utilizados neste estudo empírico foram recolhidos da plataforma TradingView e analisado com o programa Eviews. Estes são compostos pelos retornos durante um período de 16 anos, começando a 02/01/2008 até 28/06/2024, correspondendo a um total de 4302 observações de encerramento diárias.

O intervalo temporal determinado advém das limitações encontradas na disponibilização dos dados, sendo que a plataforma não possui uma conversão de dados para uma moeda comum com data prévia a 02/01/2008, para além dos diversos ativos possuírem um desfaseamento na data em que o seu histórico está disponibilizado.

Para além do estudo generalizado dos dados recolhidos, vamos executar uma análise com recurso a *subsamples* a 3 períodos de crise, referentes à crise de 2008 do *subprime*, sendo que vamos aprofundar o nosso estudo sobre a queda dos Lehman Brothers onde vamos analisar o intervalo de 15/09/2008 até 31/10/2008 indo de acordo com o intervalo escolhido por Baur e McDermott (2016). A outra crise financeira em análise é a pandemia da Covid-19, o intervalo selecionado foi de 11/03/2020 até 01/03/2021, o motivo para a seleção deste intervalo temporal advém de a 11 de março de 2020 a Organização Mundial de Saúde declarou o estado de pandemia, e apenas a 5 de maio de 2023 declarou o fim da emergência de saúde pública internacional, uma vez que a propriedade *safe haven* acontece em um período curto e este evento sobrepõe-se a outros, optamos por encontrar o intervalo de tempo. A terceira *subsample* corresponde ao início da guerra na Ucrânia onde este conflito teve começo a 24/02/2022, e decorre até aos dias hoje, o nosso foco será no começo da guerra e a vamos analisar até 31/12/2022.

Os dados utilizados pertencem a três classes de ativos: sendo o ouro (medido em euros) uma *commodity*, a principal classe em estudo; em seguida temos os *equity indexes* de 6 países diferentes a representar a economia/mercado acionista de cada país sendo estes grupos

constituídos pela Alemanha (DAX), os Estados Unidos (S&P 500), Portugal (PSI 20), Índia (NIFTY 50), Austrália (All Ordinaries) e Reino Unido (UKX).

O Bitcoin foi selecionado como o nosso representante do mercado das criptomoedas, devido a ser o ativo mais relevante e com maior impacto, tendo em consideração que este é um mercado bastante recente só possuímos dados desde 05/10/2009, e apenas o vamos utilizar para a realização de *subsamples*. É importante mencionar que o Bitcoin só atingiu um preço e impacto expressivo no mercado desde 2017, sendo que nos seus primeiros anos de vida o seu valor comercial era insignificante, por este motivo só realizamos a recolha de dados desde 2012.

Devido aos dados recolhidos representarem diferentes mercados globais, recorreremos à conversão dos mesmos para uma moeda comum, o euro.

No decorrer das análises diárias foram registados desfasamentos entre as datas de início e encerramento dos diversos valores, de forma a alisar e criar um ponto de comparação comum na amostra, calculámos a média dos valores em falta dos dados subsequentes e posteriores permitindo criar um ponto de referência igual para todos os valores.

Os retornos diários para os índices do ouro e bitcoin são calculados com base na equação 3.1, de forma a calcular as taxas de rendibilidade instantâneas, de acordo com a metodologia proposta por Taylor (1986).

De acordo com a expressão:

$$R_t = [\ln(P_t) - \ln(P_{t-1})] \quad (3.1)$$

sendo que de forma a obtermos R_t retorno esperado, realizados a subtração do logaritmo do preço dos índices no momento P_t pelo momento anterior P_{t-1} .

A vantagem do uso do retorno de logaritmos é que estes costumam ser adequados para séries temporais mais longas, tendo maior resistência a *outliers*, oferecendo uma estrutura mais robusta para a soma dos retornos e uma melhor aproximação de uma distribuição normal.

3.2. Descrição dos dados

Como podemos contemplar na tabela 3.1 mais a baixo, possuímos um resumo das séries temporais em análise, onde conseguimos capturar as principais características dos nossos

dados, fornecendo-nos uma maior capacidade de interpretação. Devido ao Bitcoin ser um ativo complementar vamos centrar o nosso foco para a análise dos índices em relação com o ouro.

Primeiramente, efetuamos um resumo sobre as estatísticas descritivas representadas na tabela 3.1, nesta tabela não estão presentes os valores referentes às *subsamples*, estas irão ter uma secção dedicada onde vamos incluir o bitcoin na sua análise. Na tabela 3.1 possuímos a representação dos intervalos de tempo, número de observações, assim como informações estatísticas relevantes para a distribuição como:

- 1º lugar, Média
- 2º lugar, Desvio padrão
- 3º lugar, Assimetria
- 4º lugar, Curtose
- 5º lugar, Jarque-Berra Test

3.2.1. Média

A média é uma medida de tendência central que resume um conjunto de observações, podendo esta ser uma média aritmética simples ou ponderada, independentemente do tipo de média esta tem por objetivo ajudar a identificar um valor típico ou representativo dentro de uma amostra ou população.

A média aritmética simples, amplamente usada, é calculada somando todos os valores do conjunto de dados e dividindo essa soma pelo número total de observações. Esse método, no entanto, considera que cada observação tem o mesmo peso ou importância.

Em contrapartida, para calcular a média ponderada considera-se que a relevância das observações é distinta, cada valor é multiplicado por um peso específico, que reflete sua relevância. Em seguida, esses valores ponderados são somados, e o resultado é dividido pela soma dos pesos, obtendo-se uma média ajustada para a importância de cada observação.

3.2.2. Desvio-padrão

O desvio padrão é uma medida estatística que quantifica a dispersão e variabilidade da dispersão dos dados perante a sua média. Quanto mais próximo de 0 for o desvio padrão

menor será a dispersão dos dados da serie (mais homogéneo), quanto maior este valor for, maior a dispersão de dados. Devido a este valor derivar da raiz quadrada da variância este nunca pode apresentar um valor negativo. Os *outliers* podem ser identificados pelo cálculo da variabilidade geral dos dados.

3.2.3. Assimetria

A assimetria ou *skewness* mede o nível de distorção da simetria da distribuição, através de uma curva que descreve a direção e o grau de inclinação de como os dados estão distribuídos, mediante a distribuição do afastamento dos dados esta pode ser positiva se for para o lado esquerdo e negativa se for para a direita. (Maciel, 2021)

O coeficiente de assimetria é medido pela seguinte equação:

$$S_k = \frac{m_3}{s^3} = \frac{\frac{1}{n} \sum_i^n (x_i - \bar{x})^3}{\sqrt{\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2\right)^3}} \quad (3.2)$$

Existem 3 hipóteses de resultado:

Se o S_k for igual a 0, a sua representação gráfica será a seguinte:

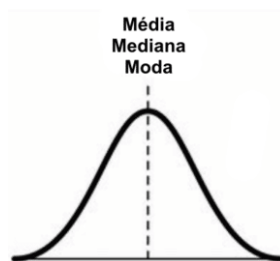


Gráfico 3.1: Distribuição simétrica

Fonte: Maciel (2021)

O gráfico 3.1 representa uma simetria perfeita de uma distribuição normal onde os dados estão localizados em um ponto central, sendo que quanto mais nos aproximamos dos extremos menor é a frequência dos dados. A linha central representa a divisão perfeita da distribuição em 2 partes iguais, sendo que a média, media e moda vão ser iguais neste cenário.

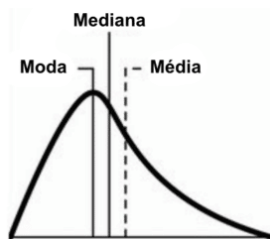


Gráfico 3.2: Distribuição assimétrica positiva

Fonte: Maciel (2021)

Como podemos observar no gráfico 3.2, a distribuição apresenta assimetria positiva, com o seu pico inclinado para o lado esquerdo, onde os dados espalham-se em direção ao lado positivo da escala criando uma cauda para o lado direito. A moda representa o pico da curva que neste caso é inferior à mediana e média, sendo mais sensível aos valores extremos positivos.

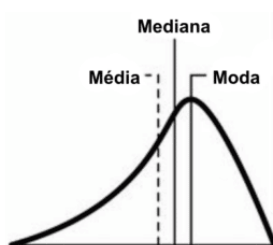


Gráfico 3.3: Distribuição assimétrica negativa

Fonte: Maciel (2021)

De acordo com o gráfico 3.3, a moda encontra-se do lado direito que consequentemente indica que a distribuição é negativa, pois existe a formação de uma cauda esquerda mais longa. Neste caso vemos que a média é inferior à mediana, devido à média ser o menor valor a ser afetado pelos extremos negativos.

3.2.4. Curtose

A curtose ou *kurtosis* é a medida de forma que caracteriza o grau de achatamento da distribuição, representando quão dispersos estão os dados em torno da média. Como foi feito anteriormente, usamos a curva normal padrão como referência para interpretar os 3 tipos de curtose (Maciel, 2021):

1-Mesocúrtica: ($g_2 = 0$) é a curva normal padrão

2-Leptocúrtica: ($g_2 > 0$) o grau de achatamento é inferior ao da curva padrão normal (curva mais pontiaguda), o que é indicativo que os dados estão mais concentrados, ou seja, o valor do desvio padrão vai ser menor

3-Platicúrtica: ($g_2 < 0$) o grau de achatamento é superior ao da curva normal padrão, o que indica uma maior dispersão de dados, logo o valor do desvio padrão vai ser superior.

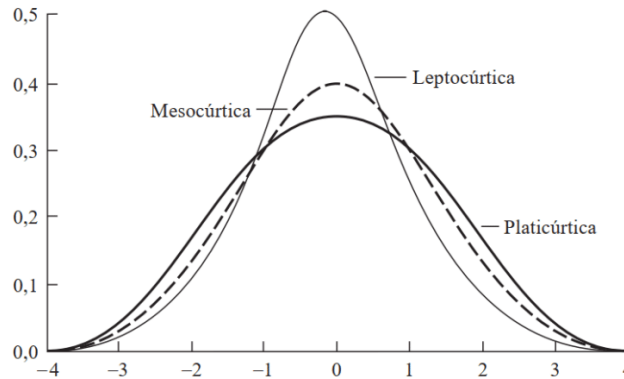


Gráfico 3.4: Curtose

Fonte: Maciel (2021)

Um dos métodos de cálculo da curtose é através do método de Fisher, que utiliza o quarto momento superior ao redor da média como podemos observar nas seguintes expressões:

$$g_2 = \frac{n^2 \cdot (n+1) \cdot M_4}{(n-1) \cdot (n-2) \cdot (n-3) \cdot S^4} - 3 \cdot \frac{(n-1)^2}{(n-2) \cdot (n-3)} \quad (3,3)$$

Em que o quarto momento é dado por:

$$M_4 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{n} \quad (3,4)$$

3.2.5. Teste Jarque-Bera

O teste de Jarque-Bera é um teste estatístico que tenta avaliar a normalidade dos dados numa série temporal, este têm em consideração o peso da assimetria e da curtose da amostra. Este testa a hipótese nula dos dados seguirem uma distribuição normal, verificando-se os coeficientes de assimetria esperada ronda em torno de 0 e no caso da curtose mede a altura das caudas da distribuição, sendo que uma distribuição normal tem curtose de 3.

A fórmula que define o teste de Jarque-Bera pode ser calculada da seguinte maneira (*EViews 10 User's Guide I*, 2017):

$$JB = \frac{n}{6} \left(S^2 + \frac{(K-3)^2}{4} \right) \quad (3,5)$$

Sendo que n representa o número de observações, K é a curtose e S é a assimetria.

A forma da realização do teste é feita através de um teste de hipóteses em que H_0 é a hipótese nula em que os dados seguem uma distribuição normal, e H_1 é a hipótese alternativa em que os dados não seguem uma distribuição normal. O teste de Jarque-Bera é comparado a uma distribuição qui-quadrado com 2 graus de liberdade, por normal é utilizado o nível de significância de 5%.

Desta forma se o valor for inferior a 5% rejeitamos a hipótese nula da normalidade dos dados, mas se este for significativamente superior ao nível de significância aceitamos a hipótese nula (H_0), de estarmos perante uma distribuição normal.

3.3. Estatística descritiva

Tabela 3.1-Estatísticas descritivas dos retornos diários dos mercados de ações, *commodities* e criptomoedas

Objetos em estudo	Estatística descritiva									
	Data Inicial	Data Final	Nº.Obs	Mínimo	Máximo	Média	D.Padrão	Assimetria	Curtose	Jarque-Bera
Portugal (PSI20)	02/01/2008	28/06/2024	4302	-10,379%	10,196%	-0,016%	1,245%	-0,382	10,113	9174,002***
Estados Unidos (S&P 500)	02/01/2008	28/06/2024	4302	-12,075%	12,923%	0,038%	1,388%	-0,239	12,941	17756,46***
Índia (Nifty 50)	02/01/2008	28/06/2024	4302	-14,830%	18,085%	0,021%	1,424%	-0,349	17,576	38171,93***
Alemanha (DAX)	02/01/2008	28/06/2024	4302	-13,055%	10,798%	0,019%	1,352%	-0,198	11,578	13217,73***
Austrália (AORD)	02/01/2008	28/06/2024	4302	-12,682%	10,505%	0,006%	1,354%	-0,711	10,786	11228,21***
Reino Unido (UKX)	02/01/2008	28/06/2024	4302	-11,723%	9,621%	0,002%	1,252%	-0,446	11,978	14591,54***
Ouro	02/01/2008	28/06/2024	4302	-8,802%	9,386%	0,031%	1,001%	-0,088	11,595	13246,94***
Bitcoin (BTC)	02/01/2012	28/06/2024	3259	-49,125%	59,031%	0,293%	4,973%	-0,097	17,602	28958,28***

Notas: Denota um nível de significância de 1%(***), nível de significância 5%(**), nível de significância 10%(*)

Fonte: Elaboração própria

Na tabela 3.1 está representada a média, o desvio padrão, o máximo, o mínimo, a curtose e a assimetria, o teste de Jarque-bera, para além da data inicial, final e do número de observações. Nesta temos, a representação dos resultados dos testes de estatística descritiva dos diferentes objetos em estudo, a sua finalidade e o enquadramento sobre os testes a utilizar futuramente, assim como possíveis resultados e limitações que nos vamos deparar durante a nossa análise.

Como é observável, obtivemos evidência que os diversos ativos possuem mínimos e máximos elevados, o que pode originar uma assimetria alta. A existência destes múltiplos extremos de rendibilidade com frequência, por norma são gerados em períodos de alta volatilidade como crises financeiras que podem ter repercussões nos mercados nacionais ou mundiais, dependendo do evento, é importante mencionar que por vezes acontecimentos não diretamente relacionados podem gerar um efeito de contágio para outros mercados.

Através da análise dos mínimos e máximos em conjunto com o desvio padrão conseguimos entender que mercados emergentes como a Índia, possuem tendência a sofrer variações mais acentuadas, uma vez que este mercado possui o desvio padrão e os extremos mais elevados.

De acordo com as médias das rendibilidades apresentadas conseguimos ver que nem todos os mercados apresentam retornos positivos, este facto torna-se mais evidente com a observação do gráfico (3.5), onde observamos que mercados como o PSI20 ainda não voltaram aos valores anteriores ao *subprime*.

Quando aprofundamos a nossa análise sobre a média dos dados conseguimos examinar que o ouro é o segundo ativo com maior rendibilidade média, ficando atrás apenas do S&P 500. Em contrapartida, o índice do PSI20 apresenta valores negativos, assim como outros índices como o UKX e o AORD apresentam valores praticamente neutros, no entanto é necessário termos em consideração, que a média pode estar a ser influenciada por valores extremos, acabando por não espelhar com a maior precisão os retornos de cada país. Em adição, é importante enaltecer que estamos a trabalhar com valores diários, o que explica os resultados serem tão próximos de 0.

O desvio padrão, representa um fator crucial na nossa análise, uma vez que nos proporciona uma visão sobre a volatilidade, como foi previamente mencionado o S&P 500 é o índice acionista com maior retorno, no entanto apresenta o segundo maior desvio padrão ficando apenas atrás do Nifty 50, no entanto o ouro é o ativo com menor desvio padrão com a segundo maior rendibilidade, destacando-se dos outros investimentos devido à sua relação risco/recompensa.

No entanto, quando observamos mercados mais estáveis como Portugal e o Reino Unido conseguimos identificar que o retorno destes é inferior. No que diz respeito à Alemanha esta encontra-se a meio da tabela possuindo a quarta maior rendibilidade e desvio padrão.

Os resultados da assimetria vão de encontro com as conclusões do desvio padrão, é notório o efeito negativo da assimetria em todas as series estudadas, sendo que apresentam todas uma assimetria negativa, o que significa que a cauda longa está do lado esquerdo, o que sugere que as series possuem uma inclinação para sofrer perdas extremas.

O ouro apresenta uma assimetria de -0,088, o que é um valor relativamente baixo sendo bastante próximo de 0, em comparação com os objetos em estudo estes apresentam valor de assimetria mais elevados, onde por norma estes só se consideram significativos se forem

entre -0,5 e 0,5, sendo que apenas o AORD apresenta valores superiores com -0,711, afastando-se assim da possibilidade de representar uma distribuição normal.

O facto de o ouro apresentar um valor tão reduzido torna-o um ativo viável para a diversificação de uma carteira, enaltecendo o seu potencial para desempenhar o papel de um porto seguro em períodos de instabilidade do mercado acionista.

A curtose vai de acordo com o que já suspeitávamos em relação a não estarmos perante uma distribuição normal, uma vez que todos apresentam valores superiores a 10, estamos perante curtoses leptocúrticas, estas são caracterizadas por possuírem caudas pesadas e um elevado risco de possuírem eventos extremos ou *outliers*, que vão acabar por influenciar o desvio padrão.

Excluimos a hipótese de uma distribuição normal pois estas costumam compreender-se por volta do valor 3. Um valor tão alto de curtose indica-nos que a utilização de uma distribuição T-student seria mais apropriada durante a nossa análise.

Por último efetuamos o teste de Jarque-Bera, de forma a identificarmos se estamos perante uma distribuição normal, como podemos identificar os resultados obtidos anormalmente grandes em todas as séries, no entanto possuímos *p-values* bastante pequenos, o que nos leva ao encontro com os resultados da assimetria e curtose, por este motivo rejeitamos a hipótese nula (H_0), o que significa que não estamos perante uma distribuição normal.

Alguns dos fatores que podem contribuir para os resultados elevados do Jarque-Bera, são a presença de um elevado número de observações, a presença de valores extremos e a irregularidade dos dados.

3.4. Análise gráfica

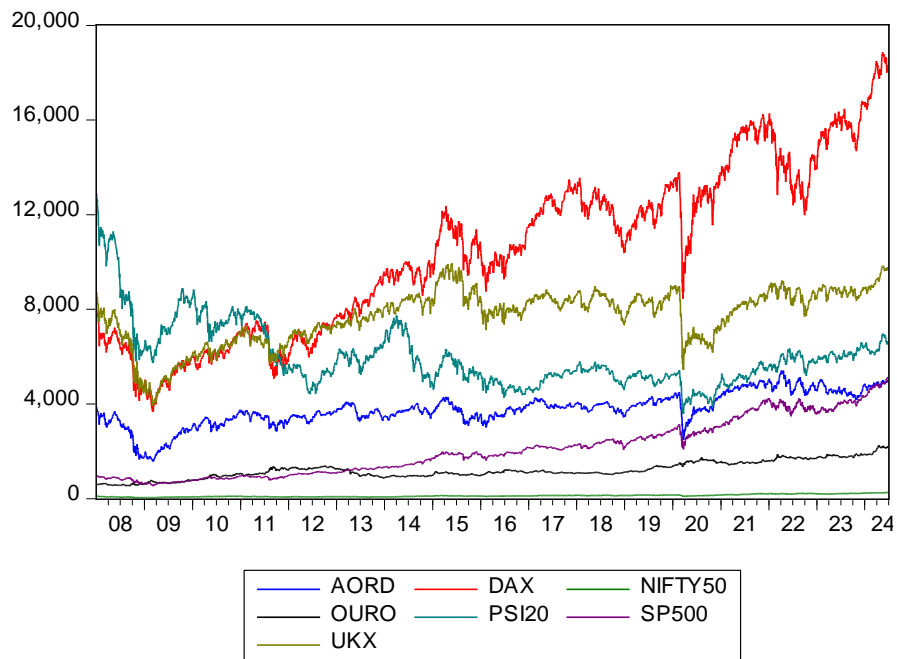


Gráfico 3.5: Representação do preço dos ativos

Fonte: Elaboração própria

No gráfico 3.5 temos representado o preço dos ativos em estudo, com o intuito de fornecer uma melhor compreensão da variação do preço dos ativos nos diferentes mercados.

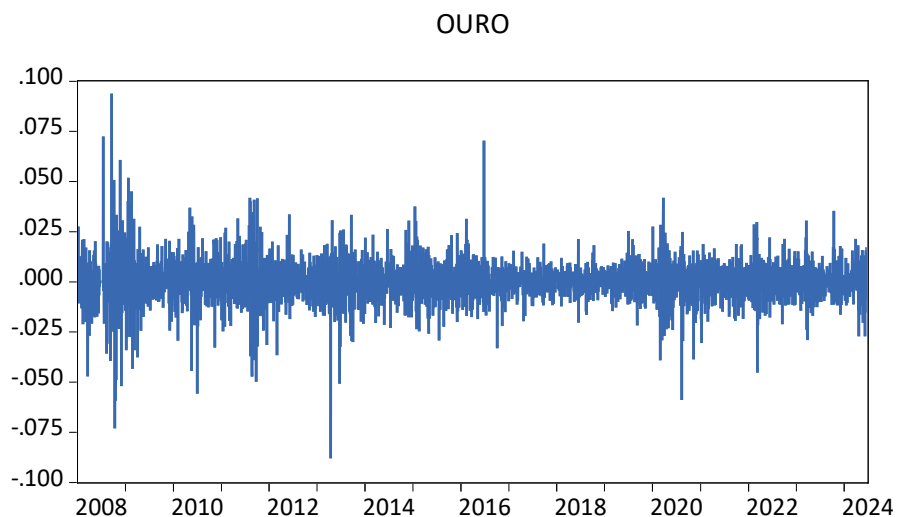


Gráfico 3.6: Representação da rendibilidade do ouro de 2008 a 2024

Fonte: Elaboração própria

O presente gráfico 3.6 representa as rendibilidades diárias do ouro (a nossa variável independente), ao longo do intervalo em estudo, de forma a conseguirmos compreender o impacto que as diferentes crises financeiras podem ter tido nos ativos.

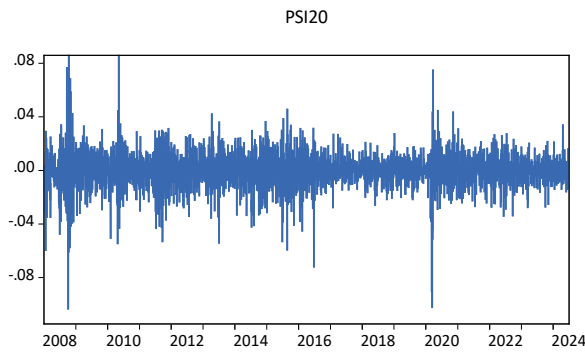


Gráfico 3.7: Representação do índice da rentabilidade PSI20 no período de 2008 a 2024

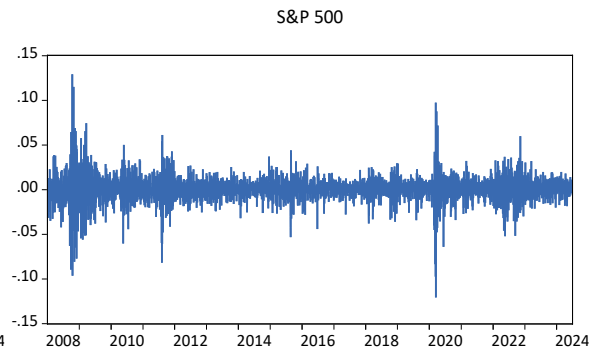


Gráfico 3.8: Representação do índice da rentabilidade S&P 500 no período de 2008 a 2024

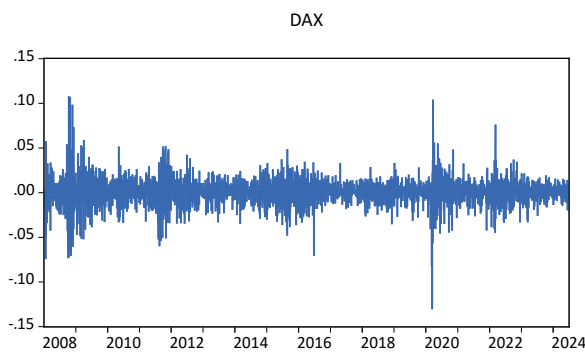


Gráfico 3.9: Representação do índice da rentabilidade DAX no período de 2008 a 2024

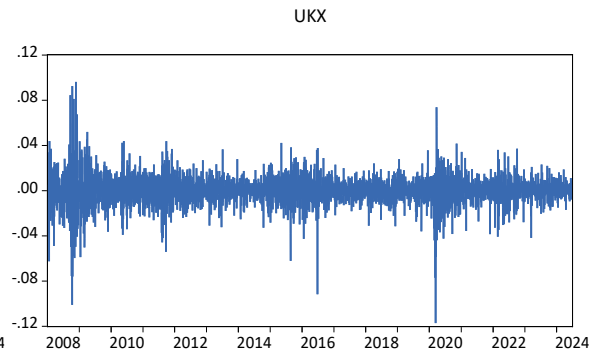


Gráfico 3.10: Representação do índice da rentabilidade UKX no período de 2008 a 2024

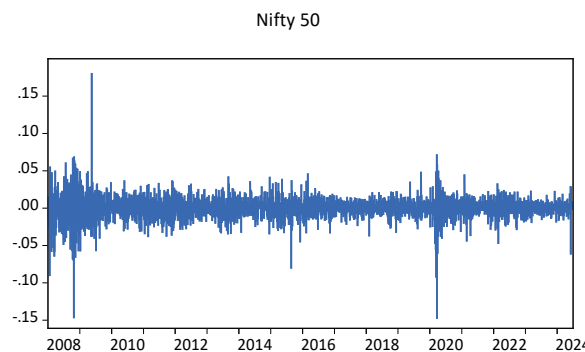


Gráfico 3.11: Representação do índice da rentabilidade Nifty no período de 2008 a 2024

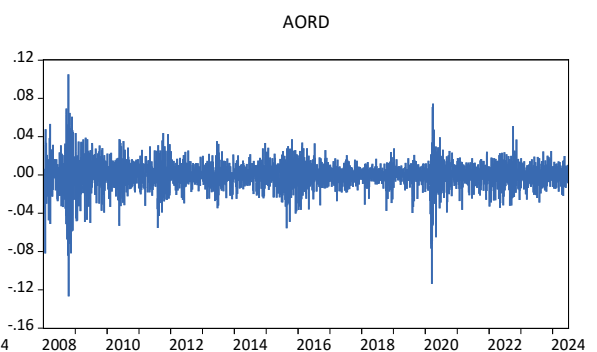


Gráfico 3.12: Representação do índice da rentabilidade AORD no período de 2008 a 2024

Fonte: Elaboração própria

Como está demonstrado acima temos a representação gráfica da rentabilidade de todos os ativos, o que nos permite realizar um ponto comparativo entre os diversos mercados de cada país de forma a conseguirmos entender se existe um efeito de contágio nos mercados.

De uma forma generalizada conseguimos identificar quatro focos de elevada volatilidade em todos os mercados, onde se destacam os períodos de 2008 com a crise do *subprime*, o período de 2014 a 2016 com a crise do preço do petróleo, 2020 com a surgimento da Covid-19 e 2022 com o início da guerra na Ucrânia.

As crises financeiras são os fatores principais que originaram oscilações nos mercados financeiros, onde estas podem apresentar um impacto local ou global, tanto por serem um fenómeno que afeta todos os países como foi o caso da Covid-19, ou então pelas repercussões no país em efeito, acabando por afetar os restantes mercados. Desta forma vamos apresentar as principais crises que abalaram os mercados.

Como está evidente em todos os gráficos, em 2008, o mundo foi abalado pela crise do mercado de hipotecas imobiliário dos EUA, tendo ficado conhecida como a crise do *subprime*. O colapso do Bear Stearns foi um marco inicial desta crise, sinalizando a gravidade da situação, onde apenas sobreviveram graças ao resgate do governo. A situação deteriorou-se ainda mais nos meses seguintes, por consequência deu-se a falência de um dos maiores bancos norte americanos os Lehman Brothers, que devido ao seu excesso de risco e exposição acabaram por declarar falência. (Singh, 2024)

O efeito que esta crise teve nos EUA acabou por ter repercussões durante anos, sendo que foi necessária a realização de *bailouts* de seguradoras e bancos, governos e bancos centrais intervieram com pacotes de estímulo, como o Programa de Alívio de Ativos Problemáticos (TARP), o que consequentemente originou um elevado nível de desemprego e a necessidade de adoção de políticas mais restritas na atribuição de crédito e análise de risco. (Singh, 2024)

Entre os anos de 2010 a 2014 a Europa enfrentou uma crise bancária devido ao excesso de endividamento de países como: Portugal, Grécia, Irlanda, Espanha e Itália, que originaram a crise da dívida da zona euro. Tudo foi consequência do excesso de endividamento público e privado; das bolhas imobiliárias; e da falta de união fiscal e monetária.(Blikstad e Oliveira, 2018)

Para conseguir combater esta crise financeira deu-se início aos resgates coordenados pela Troika em conjunto com Comissão Europeia, BCE e FMI; as consequências foram devastadoras com uma austeridade fiscal severa, recessões prolongadas e tensões sociais nos

países afetados. Houve o risco do colapso do euro, mas este foi mitigado por intervenções do Banco Central Europeu. A resolução foi a criação do Mecanismo Europeu de Estabilidade (ESM) e a reforma da governança económica da UE.(Blikstad e Oliveira, 2018)

Nos anos de 2014 a 2016 estivemos perante a crise do colapso do preço do petróleo, que adveio da sobreprodução de petróleo e pela queda da demanda do mesmo, levando a que os principais países produtores de petróleo fossem afetados pela queda do preço superior a 60%. Para acabar com a crise ocorreram ajustes fiscais e monetários, além de cortes de produção coordenados pela Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP).(Global Economic Prospects, 2018)

No final do ano de 2019 e começo de 2020 tivemos uma das maiores pandemias globais a Covid-19, que levou à criação de restrições globais que afetaram todos os ramos de negócio com especial atenção ao turismo.

Por fim, no início de 2022 tivemos a invasão da Rússia à Ucrânia, o que levou à implementação de diversas sanções económicas que acabaram por afetar a economia global. Os países europeus enfrentaram um aumento nos valores dos alimentos e uma crise energética severa, a inflação atingiu níveis recordes em décadas, forçando os bancos centrais a aumentar as taxas de juros rapidamente. Deu-se uma desaceleração da económica global e começaram os riscos de recessão.(Guénette, Kenworthy e Wheeler, 2022)

Tudo isto teve impacto nos dias de hoje, dando origem a uma nova instabilidade de 2023 a 2024, tivemos um rápido aumento das taxas de juros pelos bancos centrais para tentar conter a inflação, esta grande pressão sobre bancos regionais teve consequências devastadoras, deu-se a falência do Silicon Valley Bank e o colapso do Credit Suisse.(Martins, 2023)

Esses eventos provocaram uma grande crise de confiança no sector financeiro, fuga de capitais e instabilidade nos mercados financeiros globais. Tiveram de ocorrer ajustes monetários para equilibrar a inflação; resgates, garantias e medidas de emergência por parte dos governos e bancos dos EUA e Europa, de modo a haver um recomeço da estabilidade financeira.

4. Metodologias

As metodologias utilizadas fornecem uma base robusta para investigar as correlações entre o ouro e outros ativos, permitindo aprofundar a análise do seu papel estratégico em diversos cenários económicos e de mercado. A análise de correlação, amplamente utilizada no campo financeiro, é essencial para compreender as relações entre variáveis, medindo tanto a intensidade quanto a direção da associação linear entre dois ativos, no nosso estudo em específico, entre os índices em estudo e o ouro. Vamos aplicar os seguintes testes, teste de estacionário: raiz unitária, Augmented Dickey-Fuller, Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin; teste de autocorrelação: Ljung-Box, Breusch Godfrey e o modelo autorregressivo.

4.1. Correlação

Em análises estatísticas o coeficiente de correlação representa a relação estatística entre duas variáveis, desta forma a correlação é a medida da intensidade com que as duas variáveis contínuas estão linearmente relacionadas, ou seja, a força e a direção que uma das variáveis possui sobre a outra.

O coeficiente de correlação está delimitado dentro de um intervalo entre -1 e 1, sendo que quanto mais próxima dos extremos maior vai ser a força da correlação.

O coeficiente de correlação de Pearson, também está limitado entre o intervalo de -1 e 1, a força de correlação aumenta consoante nos aproximamos dos extremos, sendo que valores 0 ou próximos indicam uma correlação fraca ou inexistente.

Os coeficientes de correlação podem delimitar-se perante 3 categorias:

- Correlação em que $r = 0$, representa uma correlação nula ou inexistente, indicando que as variáveis em estudo não são linearmente dependentes umas das outras.
- Correlação em que $r = 1$, demonstra uma relação linear perfeita e positiva, ou seja, quando um ativo sobe o outro também vai subir de forma proporcional
- Correlação em que $r = -1$, é uma situação linear perfeita e negativa, indicando que quando um dos ativos sobe ou desce, o outro ativo vai ter um efeito proporcional na direção oposta.

Os exemplos acima representam o valor da correlação nos seus extremos, sendo que por norma os valores entre $-0,3 < 0 < 0,3$, são indicativos de uma correlação fraca, $0,3 < 0,7$ e $-0,7 > -0,3$ representam uma correlação moderada e $0,7 < 1$ e $-0,7 > -1$ representam um índice de correlação forte.

De forma, a conseguirmos calcular a correlação de Pearson precisamos dos dados numéricos de duas variáveis, com uma serie temporal parametrizada adequadamente extensa uma vez que series muito pequenas podem fornecer pouca confiabilidade. É essencial que estas series não possuam um número de *outliers* significativos elevados de forma a não enviesar a nossa amostra devido aos seus valores atípicos.

A correlação de Pearson assume que as variáveis devem aproximar-se de uma distribuição normal sendo que esta mede a relação linear, logo se esta relação for não linear pode não representar bem a relação.

4.2. Testes de estacionário

Os testes estacionários são fundamentais para a realização de decisões informadas sobre a análise de dados que devemos efetuar perante a nossa amostra, uma vez que estes permitem-nos entender se os resultados dos modelos aplicados são confiáveis.

Ao realizar estes testes, conseguimos obter informações fundamentais, quais os modelos mais adequados e de que forma os devemos ajustar para a nossa série temporal, estes permitem identificar fatores sazonais, compreender as melhores formas de como estabilizar e entender o comportamento dos dados das nossas variáveis a longo prazo.

Desta forma, para obtermos resultados fiáveis nas nossas análises precisamos de realizar os testes estacionários de forma a identificarmos se estes vão produzir resultados com pressupostos fiáveis.

4.2.1 Teste de raiz unitária

Os testes de raiz unitários são essenciais para identificar se uma série é estacionária, querendo dizer com isto se a sua média, variância e autocorrelação permanecem constantes ao longo do tempo. Demonstrando desta forma, que os resultados da série possuem consistência e que as propriedades estatísticas não mudam, o que é crucial para a elaboração de modelos de previsão confiáveis.

A identificação de raízes unitárias é indicatória que a serie temporal não é estacionária, querendo dizer que a média e a variância sofrem alterações ao longo do tempo, o que nos pode vir a gerar inferências adulteradas, originando falsas correlações entre as variâncias estimadas.

De maneira a conseguirmos testar a presença de raízes unitárias precisamos de elaborar um teste de hipóteses concorrentes em que:

- Hipótese nula (H_0): A amostra é estacionária, não possui raízes unitárias ($p\text{-value} > 0,05$)
- Hipótese alternativa (H_1): A amostra possui raízes unitárias, logo não é estacionária ($p\text{-value} \leq 0,05$)

O teste de hipóteses será avaliado consoante o nível de significância de 0,05. Sendo que não rejeitamos a hipótese nula se $p\text{-value} > 0,05$, mas se o $p\text{-value} \leq 0,05$ rejeitamos a hipótese nula.

De forma, a conseguirmos testar a presença de raízes unitárias, vamos recorrer ao uso do teste de Augmented Dickey-Fuller (ADF) e ao teste Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS). Estes foram os métodos selecionados devido a fornecerem as melhores métricas de exatidão e sensibilidade.

4.2.2. Teste de Augmented Dickey-Fuller

O teste de ADF é uma extensão do teste de Dickey-Fuller, com a implementação de *lags* o que nos permite lidar com a autocorrelação dos erros, tornando o teste mais robusto para séries temporais com autocorrelação.

Este teste tem o intuito de detetar se a nossa amostra segue um processo estocástico com raízes unitárias ou se é estacionária, pois quando detetamos a presença de raízes unitárias, significa que a serie possui uma tendência persistente ao longo do tempo e não retorna a uma média ou valor de equilíbrio, o que acaba por tornar os modelos preditivos menos eficazes.

O modelo ADF pode ser caracterizado pelo seguinte teste de hipóteses:

- Hipótese Nula (H_0): A amostra é não estacionária, devido a conter raízes unitárias. ($p\text{-value} > 0,05$)
- Hipótese Alternativa (H_1): A amostra é estacionária, não possui raízes unitárias. ($p\text{-value} \leq 0,05$)

4.2.3. Teste de Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin

O teste de KPSS também tem a função de verificar se a série temporal é estacionária, mas por outro método diferente do ADF, o KPSS testa a estacionariedade pela média ou pela tendência linear.

Com isto queremos dizer que o KPSS se testa na presença de um choque. Os processos estacionários de tendência são reversíveis à média, ou seja, se a média vai realizar a sua

correção e voltar para os valores anteriores ao choque, não sendo influenciada por choques estocásticos.

Para testarmos a estacionariedade com recurso ao KPSS também precisamos de elaborar um teste de hipóteses:

- Hipótese nula (H_0): A amostra é estacionária, não possui raízes unitárias.
- Hipótese alternativa (H_1): A amostra é não estacionária, contém raízes unitárias

Como nos testes anteriores vamos utilizar como ponto de referência o nível de significância de 5%, no entanto neste teste quando maior for o *p-value* maior vai ser a probabilidade de rejeitarmos a hipótese nula, obtendo uma série temporal não estacionária.

4.3. Testes de Autocorrelação

A autocorrelação representa a associação entre os valores de uma mesma variável, os testes autocorrelação verificam a presença de correlações significativas entre os valores da série temporal e dos seus *lags*. As correlações podem ser indicativas que a serie contém padrões temporais ou que os resíduos do modelo não são independentes.

Esta está compreendida entre o intervalo de -1 e 1, sendo que -1 representa uma anti-correlação, 1 uma correlação perfeita e 0 não possui correlação.

Para testarmos a existência de autocorrelação vamos realizar o teste de Ljung-Box (LB) e de Breusch Godfrey (BG).

4.3.1. Teste Ljung-Box

O teste de LB testa a hipótese nula de que os resíduos da amostra não possuem autocorrelação serial, ou seja, futuros não possuem dependência sobre os valores passados.

O teste de hipóteses para analisar o LB é o seguinte:

- Hipótese nula (H_0): Não existe autocorrelação significativa nos resíduos
- Hipótese alternativa (H_1): Existe evidência que os resíduos são autocorrelacionados (existe dependência temporal)

Vamos aplicar o mesmo intervalo de confiança que aplicámos previamente de 5%, se o valor for significativamente inferior a 0,05 rejeitamos a hipótese nula, indicando a existência de autocorrelação significativa nos resíduos. No caso do *p-value* ser superior, é indicativo que o modelo está bem ajustado.

4.3.2. Teste Breusch Godfrey

O teste de BG é um teste extremamente útil para verificar a autocorrelação nos resíduos de um modelo de regressão. Este teste tem uma particularidade em que se destaca a testar autocorrelações com *lags* maiores que 1.

O teste de hipótese que vamos aplicar para testar o BG é elaborado da seguinte forma:

- Hipótese nula (H_0): Não existe autocorrelação significativa nos resíduos
- Hipótese alternativa (H_1): Existe evidência que os resíduos são autocorrelacionados (existe dependência temporal)

Seguimos o mesmo parâmetro que no teste LB, se o *p-value* for inferior a 0,05 rejeitamos a hipótese nula, se for superior não rejeitamos a hipótese nula, ou seja, não é detetada presença de autocorrelação significativa.

4.3.3. Modelo autorregressivo

Para ultrapassar o problema da autorregressividade vamos implementar um modelo autorregressivo AR, com o intuito de remover qualquer autocorelação.

Com base nos correlogramas optou-se pela especificação AR(1) pelo que o modelo a estimar será então:

$$r_{A,t} = a + b r_{stock,t} + c r_{A,t-1} + \varepsilon_t \quad (4.1)$$

Onde:

$r_{A,T}$ = rendibilidade do ouro

a = constante

b = índices em estudo

c = parâmetro autorregressivo

5. Análise de dados

Nesta secção do trabalho vamos começar por analisar os resultados da nossa amostra principal, que foi previamente descrita na tabela 3.1, onde realizamos a apresentação dos dados presentes na nossa análise.

Adicionalmente, com o intuito de testarmos o efeito de *safe haven*, devido a este acontecer em períodos de curta duração, procedemos à criação de três *subsamples*. Na *subsample 2* e *3*, introduzimos o Bitcoin como um ativo comparativo.

5.1 Correlação

Tabela 5.1: Coeficientes de correlação entre os objetos em estudo e o ouro

Correlação	
Objetos em estudo	Ouro
Portugal (PSI20)	-0,05650
Estados Unidos (S&P 500)	-0,08423
India (Nifty 50)	-0,01080
Alemanha (DAX)	-0,07226
Austrália (AORD)	0,00581
Reino Unido (UKX)	-0,04855

Fonte: Elaboração própria

Os resultados dos coeficientes de correlação indicam que existe uma correlação negativa entre as rendibilidades do ouro com os índices PSI20, S&P 500, Nifty 50, DAX e UKX, em oposição o AORD que apresenta uma correlação positiva, conforme demonstrado na tabela 5.1. É visível que independentemente do coeficiente de correlação todos os ativos apresentam correlações fracas ou quase nulas.

Apesar das correlações serem fracas, os resultados obtidos são um bom indicador que o ouro possui a capacidade de se comportar como um *safe haven* ou *hedge* para a maioria dos mercados, excluindo a Austrália que se comporta como diversificador.

Vale ressaltar, que estamos a tratar de dados diários e que as distribuições de rendibilidade não são normais, desta forma os resultados obtidos podem apresentar desvios ou defasamentos, que podem influenciar o coeficiente de correlação.

Uma vez que estamos a realizar a nossa análise sobre a totalidade dos dados, estamos perante uma longa série temporal, onde em períodos de mercado normais tanto as ações como o ouro apresentam a mesma tendência, querendo dizer, quem em momentos de crescimento

económico de um país a maioria dos ativos apresenta incrementos no preço e em momentos de declínio apresentam comportamentos de perda de valor, por este motivo efetuamos *subsamples* de forma a capturar o comportamento do ouro com os restantes ativos em momentos de *market turmoil*.

O propósito de estudar estes momentos de crise, é porque estes apresentam momentos de elevada volatilidade num curto período temporal, o que nos permite interpretar se nestas situações o ouro apresenta um comportamento diferenciado do resto do mercado, contrariando a sua tendência, apresentando o comportamento de um *safe haven*.

As correlações apesar de fracas, são negativas com exceção do AORD, o que indica um efeito de um *hedge* fraco. Quando temos um ativo como o S&P 500 onde este desce ou sobe, o ouro em média, tende a apresentar um comportamento assimétrico em relação a esse movimento, ou seja, move-se na direção contrária, mas de forma fraca.

Na nossa análise, não estamos a indicar que a adição do ouro representa um mau ativo para a incorporação de uma carteira de investimento, pois este é considerado um dos ativos mais seguros do mundo devido à sua história. De acordo com os gráficos de rendibilidade previamente analisados, conseguimos observar que durante muitos períodos o ouro apresenta um comportamento similar aos índices.

Por estes motivos, não podemos esperar que o ouro apresente uma cobertura perfeita negativa (-1), em relação aos outros ativos uma vez que teríamos a anulação total dos ganhos, quando por exemplo o PSI 20 subisse 20% o ouro iria descer -20%, caso este estivesse adicionado na carteira de forma proporcional. Assim, queremos que o ouro apresente um comportamento mais assimétrico em períodos de crise de forma a combater as perdas da restante carteira.

5.2. Teste de Augmented Dickey-Fuller

Tabela 5.2: Resultados do teste ADF entre os objetos em estudo e os níveis de significância

Augmented Dickey-Fuller				
Objetos em estudo	Nível de significância 1%	Nível de significância 5%	Nível de significância 10%	Resultado ADF
Ouro	-3,96017	-3,41085	-3,12722	-48,84006***
Portugal (PSI20)	-3,96017	-3,41085	-3,12722	-61,06287***
Estados Unidos (S&P 500)	-3,96017	-3,41085	-3,12722	-81,91252***
Índia (Nifty 50)	-3,96017	-3,41085	-3,12722	-62,99676***
Alemanha (DAX)	-3,96017	-3,41085	-3,12722	-65,85664***
Austrália (AORD)	-3,96017	-3,41085	-3,12722	-63,45281***
Reino Unido (UKX)	-3,96017	-3,41085	-3,12722	-67,6198***

Notas: Denota um nível de significância de 1%(***), nível de significância 5%(**), nível de significância 10%(*).

Fonte: Elaboração própria

De acordo com os resultados obtidos do teste ADF, que podemos verificar na tabela 5.2, confirmamos que rejeitamos a hipótese nula, uma vez que os resultados obtidos foram todos extremamente negativos, o que significa que a nossa amostra é estacionária, uma vez que se encontra dentro dos níveis de significância de 5% que é o nosso valor de referência, mas também dentro do 1%.

Queremos dizer, que não existem tendências persistentes ou variações não constantes ao longo do tempo e que os padrões das amostras são consistentes e previsíveis com as propriedades estatísticas estáveis ao longo do tempo.

É de destacar que aplicamos o teste ADF com recurso a um máximo de 21 *lags* e que o ouro apresentou um *lag length* de 1.

A presença de séries estacionárias indica que a média, a autocovariância e variância permanecem constantes ao longo do intervalo temporal o que as torna ideais para a aplicação de modelos ARIMA.

5.3. Teste de Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin

Tabela 5.3: Resultados do teste KPSS entre os objetos em estudo e os níveis de significância

Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin				
Objetos em estudo	Nível de significância 1%	Nível de significância 5%	Nível de significância 10%	Valor do KPSS
Ouro	0,216000	0,146000	0,119000	0.092823***
Portugal (PSI20)	0,216000	0,146000	0,119000	0.041611***
Estados Unidos (S&P 500)	0,216000	0,146000	0,119000	0.065972***
Índia (Nifty 50)	0,216000	0,146000	0,119000	0.055187***
Alemanha (DAX)	0,216000	0,146000	0,119000	0.054996***
Austrália (AORD)	0,216000	0,146000	0,119000	0.038832***
Reino Unido (UKX)	0,216000	0,146000	0,119000	0.061538***

Notas: Denota um nível de significância de 1%(***), nível de significância 5%(**), nível de significância 10%(*)

Fonte: Elaboração própria

O teste do KPSS apresenta em todos os ativos valores inferiores ao nível de significância de 5% e 1%, querendo dizer que não rejeitamos a hipótese nula (H_0), indicando que estamos perante uma série estacionária, como demonstrado na tabela 5.3. Utilizamos o asterisco na nossa análise de forma a indicar que rejeitamos a hipótese nula para o nível de significância.

A série não possuir raiz unitária é um bom sinal de modelagem, indicando que os seus valores rondam a média ou que seguem uma tendência linear estável. O que os torna

favorável à utilização de modelos ARIMA, uma vez que não é necessário realizar grande tratamentos de dados, visto que estes apresentam tendências de previsibilidade.

Os resultados do teste KPSS e ADF vão de encontro um com o outro, uma vez que ambos os testes apresentam que as séries são estacionárias de acordo com o seu método de análise.

5.4. Teste Ljung-Box

Tabela 5.4: Resultados obtidos a partir do teste de Ljung-Box

Ljung-Box	
Objetos em estudo	Valor do LB
Ouro	11,923**
Portugal (PSI20)	22.133***
Estados Unidos (S&P 500)	206.14***
India (Nifty 50)	7.031***
Alemanha (DAX)	0,0820
Austrália (AORD)	4.6318**
Reino Unido (UKX)	4.0819**

Notas: Denota um nível de significância de 1%(***), nível de significância 5%(**), nível de significância 10%(*)

Fonte: Elaboração própria

De acordo com os resultados obtidos, na tabela 5.4, conseguimos analisar que existe uma grande discrepância entre os valores obtidos.

Em primeiro lugar rejeitamos a hipótese nula para o ouro, o que significa que existe autocorrelação significativa nos resíduos.

Em segundo lugar, rejeitamos a hipótese nula para todos os ativos com exceção do DAX, que nos indica que não existe autocorrelação significativa.

Em terceiro lugar temos os restantes ativos, que ultrapassam substancialmente os 0,05 não deixando incertezas quando à não rejeição da hipótese nula, indicando que não existe autocorrelação significativa nos resíduos.

5.5. Teste Breusch Godfrey

Tabela 5.5: Resultados do teste de Breusch Godfrey

Breusch Godfrey	
Objetos em estudo	Valor do BG
Ouro	5,972682***
Portugal (PSI20)	0,4780
Estados Unidos (S&P 500)	4,319291**
Índia (Nifty 50)	1,5803
Alemanha (DAX)	0,4640
Austrália (AORD)	0,4819
Reino Unido (UKX)	0,6513

Notas: Denota um nível de significância de 1%(***), nível de significância 5%(**), nível de significância 10%(*)

Fonte: Elaboração própria

Como podemos observar na tabela 5.5 rejeitamos a hipótese nula para o ouro e o S&P 500, indicando que existe evidência suficiente para a existência de autocorrelação serial. No entanto, para os restantes ativos aceitamos a hipótese nula indicando que não existe autocorrelação.

5.6. Modelo autorregressivo

Tabela 4.6: Resultados do modelo autorregressivo entre os parâmetros e os objetos em estudo

Parâmetros	Portugal (PSI20)	Estados Unidos (S&P 500)	Índia (Nifty 50)	Alemanha (DAX)	Austrália (AORD)	Reino Unido (UKX)
\hat{a}	0,000298	0,000326*	0,000306*	0,000316*	0,000304*	0,000305*
\hat{b}	-0,045363***	-0,061039***	-0,007601	-0,053636***	0,004371	-0,038889***
\hat{c}	-0,000852	0,006618	0,001421	-0,001782	0,000081	0,002535

Notas: Denota um nível de significância de 1%(***), nível de significância 5%(**), nível de significância 10%(*)

Fonte: Elaboração própria

Na tabela 5.6 temos a representação dos resultados da nossa análise, onde \hat{a} representa o intercepto da nossa regressão linear, \hat{b} mede a sensibilidade da variação, sendo este o nosso principal foco e \hat{c} representa o termo autorregressivo.

De acordo, com os resultados apresentados o valor de \hat{b} apresenta um valor negativo para todos os ativos com exceção do AORD, sendo que este valor apresenta resultados estatisticamente significantes no nível de 1% para o UKX, DAX, S&P 500 e PSI20. Demonstrando, que o ouro atua como um *safe haven* forte, uma vez que, possui um valor de \hat{b} negativo e significativo.

No caso do Nifty 50 apesar do \hat{b} ser negativo este não é significativo, o que é indicador de um *hedge*. Em contrapartida, o AORD não demonstra qualquer efeito de proteção uma vez que este valor é positivo, o que significa que se comporta consoante o mercado tornando-o em um *diversefier*.

5.7. Subsample 1

A razão para a criação de *subsamples*, advém da necessidade de testar se o efeito de *safe haven* atua temporariamente ou se este efeito predomina a longo prazo. De acordo, com o que foi apresentado previamente este efeito pode ser temporário, funcionando apenas em momentos de *market turmoil*.

Assim, efetuamos a nossa primeira *subsample* para a crise do *subprime*, depois da falência do banco Lehman Brothers, tendo em consideração o choque de volatilidade de curto prazo de Baur e McDermott (2016).

Primeiramente temos a apresentação das estatísticas descritivas.

Tabela 5.7: Estatísticas descritivas para os diferentes objetos em estudo desde 15/09/2008 até ao dia 31/10/2008

Objetos em estudo	Estatística descritiva									
	Data Inicial	Data Final	Nº,Obs	Mínimo	Máximo	Média	D,Padrão	Assimetria	Curtose	Jarque-Bera
Portugal (PSI20)	15/09/2008	31/10/2008	35	-10,379%	9,710%	-0,780%	3,927%	0,496	4,135	3,311473
Estados Unidos (S&P 500)	15/09/2008	31/10/2008	35	-9,633%	12,923%	-0,489%	5,070%	0,614	3,487	2,544588
India (Nifty 50)	15/09/2008	31/10/2008	35	-14,746%	6,914%	-1,066%	4,398%	-0,518	4,186	3,615457
Alemanha (DAX)	15/09/2008	31/10/2008	35	-7,336%	10,798%	-0,638%	4,195%	0,837	4,193	6,166183**
Austrália (AORD)	15/09/2008	31/10/2008	35	-12,682%	10,505%	-0,899%	5,105%	0,174	2,682	0,324456
Reino Unido (UKX)	15/09/2008	31/10/2008	35	-10,106%	9,250%	-0,565%	4,715%	0,231	2,587	0,559876
Ouro	15/09/2008	31/10/2008	35	-7,300%	9,386%	0,159%	3,074%	0,258	4,711	4,656084*

Notas: Denota um nível de significância de 1%(***), nível de significância 5%(**), nível de significância 10%(*)

Fonte: Elaboração própria

Como está evidenciado na tabela 5.7 acima, o mercado indiano foi o que apresentou a maior queda, com o mínimo e retorno médio mais baixos. De uma forma generalizada, todos os ativos apresentaram um retorno médio negativo com exceção do ouro, este também foi o que apresentou um desvio padrão menor.

Todos os mercados com exceção do indiano apresentaram assimetria positiva, onde a Alemanha e os EUA foram os que apresentaram valores superiores, querendo dizer que o impacto dos choques positivos foi superior aos negativos na maioria das situações, indicando que os retornos positivos foram mais extremos que os negativos.

Excluindo o mercado australiano e do RU, o valor da curtose foi superior a 3 evidenciando distribuições leptocúrticas com cauda mais concentrada em torno da média, sendo que o ouro foi o ativo que apresentou a maior curtose.

O teste de Jarque-Bera, com especial atenção à Alemanha apresentam valores muito afastados de uma distribuição normal, indicando uma forte não-normalidade na distribuição. Para todos os outros ativos rejeitamos a hipótese nula, indicando que apresentam uma distribuição normal.

Tabela 5.8: Valores da correlação entre os objetos em estudo e o ouro

Correlação	
Objetos em estudo	Ouro
Portugal (PSI20)	-0,10287
Estados Unidos (S&P 500)	-0,36604
India (Nifty 50)	-0,16688
Alemanha (DAX)	-0,09268
Austrália (AORD)	0,13242
Reino Unido (UKX)	-0,03955

Fonte: Elaboração própria

O valor da correlação da *subsample* 1 vai de acordo com o que foi previamente estudado, sendo que o ouro apresenta uma correlação negativa para todos os mercados excluindo o australiano, conforme análise da tabela 5.8.

Tabela 5.9: Análise da estacionaridade pelo método de ADF que relacionou os diferentes objetos em estudos e o nível de significância

Objetos em estudo	Augmented Dickey-Fuller			Resultado ADF
	Nível de significância 1%	Nível de significância 5%	Nível de significância 10%	
Ouro	-3,66166	-2,96041	-2,61916	-5,546812***
Portugal (PSI20)	-3,66166	-2,96041	-2,61916	-6,005773***
Estados Unidos (S&P 500)	-3,67017	-2,96397	-2,62101	-6,772873***
India (Nifty 50)	-3,67017	-2,96397	-2,62101	-5,734362***
Alemanha (DAX)	-3,66166	-2,96041	-2,61916	-6,491648***
Austrália (AORD)	-3,65373	-2,95711	-2,61743	-6,419695***
Reino Unido (UKX)	-3,66166	-2,96041	-2,61916	-7,615224***

Notas: Denota um nível de significância de 1%(***), nível de significância 5%(**), nível de significância 10%(*)

Fonte: Elaboração própria

Relativamente à análise sobre a estacionaridade da amostra, como demonstrado na tabela 5.9, todos os valores apresentados são estatisticamente significativos no intervalo de 1%, o que nos aponta para rejeitarmos a hipótese nula, demonstrando que as séries são

estacionárias, indicando que a média e a variância não variam ao longo do tempo neste período de crise.

Tabela 5.10: Análise pelo teste de KPSS que relacionou os diferentes objetos em estudos e o nível de significância

Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin				
Objetos em estudo	Nível de significância 1%	Nível de significância 5%	Nível de significância 10%	Valor do KPSS
Ouro	0,739000	0,463000	0,347000	0,371851*
Portugal (PSI20)	0,739000	0,463000	0,347000	0,203412***
Estados Unidos (S&P 500)	0,739000	0,463000	0,347000	0,026129***
India (Nifty 50)	0,739000	0,463000	0,347000	0,220851***
Alemanha (DAX)	0,739000	0,463000	0,347000	0,190793***
Austrália (AORD)	0,739000	0,463000	0,347000	0,228395***
Reino Unido (UKX)	0,739000	0,463000	0,347000	0,228996***

Notas: Denota um nível de significância de 1%(***), nível de significância 5%(**), nível de significância 10%(*).

Fonte: Elaboração própria

Todos os valores apresentam estar abaixo do nível crítico de 1% para o teste KPSS, com exclusão do ouro que superou o nível de significância de 10%, conforme a análise dos resultados da tabela 5.10. Apesar de não ser ideal, visto que pretendíamos que todos os critérios cumprissem com o nível de significância de 5%, vamos considerar que não rejeitamos a hipótese nula, indicando que todos os valores são estacionários, indo de acordo com o teste ADF.

Tabela 5.11: Resultados obtidos a partir do teste de Ljung-Box

Ljung-Box	
Objetos em estudo	Valor do LB
Ouro	0,1213
Portugal (PSI20)	0,0032
Estados Unidos (S&P 500)	1,6975
India (Nifty 50)	0,1951
Alemanha (DAX)	0,0167
Austrália (AORD)	1,3542
Reino Unido (UKX)	0,0154

Fonte: Elaboração própria

Podemos também examinar que o valor dos EUA e da Austrália, que correspondem aos índices S&P 500 e AORD apresentam um valor bastante superior ao do ouro. No entanto, não existe evidência dos valores serem estatisticamente significantes, indicando que não rejeitamos a hipótese nula, conclusões retiradas da tabela 5.11.

Tabela 5.12: Resultados obtidos a partir do teste de Breusch Godfrey

Breusch Godfrey	
Objetos em estudo	Valor do BG
Ouro	0,7191
Portugal (PSI20)	0,0999
Estados Unidos (S&P 500)	3,478762**
India (Nifty 50)	0,3754
Alemanha (DAX)	0,6645
Austrália (AORD)	1,7112
Reino Unido (UKX)	1,1448

Notas: Denota um nível de significância de 1%(***), nível de significância 5%(**), nível de significância 10%(*)

Fonte: Elaboração própria

Após os resultados obtidos a partir do teste BG apresentados na tabela 5.12, concluímos que só se demonstrou significância estatística para o índice do S&P 500, demonstrando indícios de correlação serial nos resíduos, para os restantes ativos não existem indícios de correlação serial.

Tabela 5.13: Resultados da *subsample* 1 entre os diferentes parâmetros e os respetivos objetos em estudo

Parametros	Subsample 1					
	Portugal (PSI20)	Estados Unidos (S&P 500)	India (Nifty 50)	Alemanha (DAX)	Austrália (AORD)	Reino Unido (UKX)
\hat{a}	0,000569	0,000405	-0,000046	0,000713	0,001889	0,000962
\hat{b}	-0,065813	-0,220112**	-0,108966	-0,054179	0,121624	-0,004505
\hat{c}	0,025976	-0,010676	0,060384	0,032021	0,149893	0,053941

Notas: Denota um nível de significância de 1%(***), nível de significância 5%(**), nível de significância 10%(*)

Fonte: Elaboração própria

Como podemos observar, apesar de possuímos um valor de \hat{b} negativos para a maioria dos valores, estes apenas apresentam um resultado estatisticamente significativo para o S&P 500, apontando que apenas existe um efeito de *safe haven* para os EUA, nos outros países comporta-se como um *hedge* e *diversefier* para o AORD, segundo a análise da tabela 5.13.

5.8. Subsample 2

Na *subsample* 2, vamos analisar o princípio da pandemia da Covid-19, no período de 11/3/2020 até 01/03/2021. Apesar, desta pandemia se ter estendido por diversos anos vamos apenas analisar o seu início, que foi marcado pela declaração do estado de pandemia pela Organização Mundial de Saúde, pretendemos analisar as *subsamples* a curto prazo. Incluiremos o Bitcoin na nossa análise para complementar o nosso estudo, devido a muitos autores considerarem o Bitcoin como o ouro digital devido aos seus retornos, volatilidade,

preço, opiniões e a capacidades de ambos serem mineráveis por métodos diferentes. (Baur et al., 2024)

Tabela 5.14: Estatísticas descritivas para os diferentes objetos em estudo desde 11/03/2020 até ao dia 01/03/2021

Objetos em estudo	Estatística descritiva									
	Data Inicial	Data Final	Nº.Obs	Mínimo	Máximo	Média	D.Padrão	Assimetria	Curtose	Jarque-Bera
Portugal (PSI20)	11/03/2020	01/03/2021	254	-10,267%	7,532%	0,049%	1,574%	-0,664	11,726	824,5273***
Estados Unidos (S&P 500)	11/03/2020	01/03/2021	254	-12,075%	9,745%	0,099%	2,012%	-0,648	13,232	1125,734***
Índia (Nifty 50)	11/03/2020	01/03/2021	254	-14,830%	7,204%	0,128%	2,046%	-1,869	16,123	1970,504***
Alemanha (DAX)	11/03/2020	01/03/2021	254	-13,055%	10,414%	0,115%	1,954%	-0,792	13,813	1263,872***
Austrália (AORD)	11/03/2020	01/03/2021	254	-11,377%	7,445%	0,105%	1,959%	-1,197	9,952	572,1992***
Reino Unido (UKX)	11/03/2020	01/03/2021	254	-11,723%	7,382%	0,043%	1,806%	-1,004	10,687	667,9552***
Ouro	11/03/2020	01/03/2021	254	-5,891%	4,192%	-0,008%	1,132%	-0,692	6,570	155,1143***
Bitcoin (BTC)	11/03/2020	01/03/2021	254	-49,125%	18,506%	0,704%	5,459%	-2,806	30,026	8063,081***

Notas: Denota um nível de significância de 1%(***), nível de significância 5%(**), nível de significância 10%(*)

Fonte: Elaboração própria

Ao contrário do que foi previamente estudado, conseguimos observar que o ouro apresentou um retorno médio negativo em relação aos outros ativos, apesar de continuar a apresentar um dos menores desvios padrões, conseguimos verificar que os outros ativos demonstraram uma melhor performance neste tempo de crise, apesar de possuírem mínimos e máximos mais elevados, após análise da tabela 5.14.

Por outro lado, conseguimos ver que o Bitcoin apresentou o maior crescimento, demonstrando a sua relevância no nosso estudo pela primeira vez, apesar deste ter apresentado uma grande queda, este ativo altamente especulativo também consegue apresentar crescimentos muito rápidos.

Como podemos ver o BTC apresenta o maior desvio padrão, assimetria, curtose e resultado de Jarque-Bera, o que evidencia a sua alta volatilidade e instabilidade, no entanto este apresenta potencial para poder competir com o ouro.

Todos os ativos em estudo apresentam assimetria negativa, o que indica a presença de uma elevada quantia de retornos negativos, a curtose apresenta caudas pesadas leptocúrticas, sendo que todos rejeitam a normalidade segundo o teste de Jarque-Bera.

Tabela 5.15: Cálculo da correlação entre os objetos em estudo com o ouro e o BTC

Correlação		
Objetos em estudo	Ouro	BTC
Portugal (PSI20)	0,09958	0,39362
Estados Unidos (S&P 500)	0,18096	0,44187
India (Nifty 50)	-0,05333	0,20450
Alemanha (DAX)	0,12118	0,42385
Austrália (AORD)	0,03623	0,11804
Reino Unido (UKX)	0,04648	0,35465
Bitcoin (BTC)	0,24477	
Ouro		0,24477

Fonte: Elaboração própria

De acordo com a análise apresentada, na tabela 5.15, a correlação do ouro é positiva com todos os ativos exceto o Nifty 50, no caso do BTC esta é positiva com todos os ativos. Este cenário não é ideal para capturar a presença de um *safe haven*, porque demonstra que o ouro está a ir de acordo com o resto do mercado.

Tabela 5.16: Resultados do teste de ADF para os objetos em estudos e os respetivos níveis de significância

Augmented Dickey-Fuller				
Objetos em estudo	Nível de significância 1%	Nível de significância 5%	Nível de significância 10%	Resultado ADF
Ouro	-3,99474	-3,42769	-3,13718	-15.96191***
Bitcoin (BTC)	-3,99474	-3,42769	-3,13718	-19.08196***
Portugal (PSI20)	-3,99474	-3,42769	-3,13718	-16.74976***
Estados Unidos (S&P 500)	-3,99474	-3,42769	-3,13718	-24.65906***
India (Nifty 50)	-3,99474	-3,42769	-3,13718	-19.27103***
Alemanha (DAX)	-3,99474	-3,42769	-3,13718	-17.41771***
Austrália (AORD)	-3,99474	-3,42769	-3,13718	-18.13038***
Reino Unido (UKX)	-3,99474	-3,42769	-3,13718	-16.54321***

Notas: Denota um nível de significância de 1%(***), nível de significância 5%(**), nível de significância 10%(*)

Fonte: Elaboração própria

Como podemos observar, pela tabela 5.16, rejeitamos a hipótese nula em todas as séries no teste ADF, indicando que todos os ativos são estacionários, ou seja não possuem uma raiz unitária, indicando que a série temporal é estável a longo prazo.

Tabela 5.17: Resultados do teste KPSS para os objetos em estudos e os respectivos níveis de significância

Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin				
Objetos em estudo	Nível de significância 1%	Nível de significância 5%	Nível de significância 10%	Valor do KPSS
Ouro	0,216000	0,146000	0,119000	0.030572***
Bitcoin (BTC)	0,216000	0,146000	0,119000	0.038228***
Portugal (PSI20)	0,216000	0,146000	0,119000	0.045843***
Estados Unidos (S&P 500)	0,216000	0,146000	0,119000	0.035215***
India (Nifty 50)	0,216000	0,146000	0,119000	0.051484***
Alemanha (DAX)	0,216000	0,146000	0,119000	0.03464***
Austrália (AORD)	0,216000	0,146000	0,119000	0.057113***
Reino Unido (UKX)	0,216000	0,146000	0,119000	0.032121***

Notas: Denota um nível de significância de 1%(***), nível de significância 5%(**), nível de significância 10%(*)

Fonte: Elaboração própria

Os resultados apresentados pelo teste KPSS, na tabela 5.17, vão de encontro aos resultados obtidos a partir do teste ADF, uma vez que não rejeitamos a hipótese nula de estacionaridade, ou seja, todos os ativos são estacionários.

Tabela 5.18: Resultados obtidos a partir do teste Ljung-Box

Ljung-Box	
Objetos em estudo	Valor do LB
Ouro	0,0005
Bitcoin (BTC)	8.0997***
Portugal (PSI20)	0,9112
Estados Unidos (S&P 500)	43.506***
India (Nifty 50)	8.3851***
Alemanha (DAX)	9.8700***
Austrália (AORD)	4.2717***
Reino Unido (UKX)	0,5005

Notas: Denota um nível de significância de 1%(***), nível de significância 5%(**), nível de significância 10%(*)

Fonte: Elaboração própria

Como podemos observar o BTC, o S&P 500, o Nifty 50, DAX e o AORD apresentam a presença de autocorrelação uma vez que apresentam valores Q-Statistic elevados e valores de P baixos, segundo tabela 5.18.

Tabela 5.19: Resultados obtidos a partir do teste Breusch Godfrey

Breusch Godfrey	
Objetos em estudo	Valor do BG
Ouro	3,44687***
Bitcoin (BTC)	8,914417***
Portugal (PSI20)	27,69977***
Estados Unidos (S&P 500)	11,39872***
India (Nifty 50)	10,71166***
Alemanha (DAX)	16,55692***
Austrália (AORD)	11,98302***
Reino Unido (UKX)	25,8937***

Notas: Denota um nível de significância de 1%(***), nível de significância 5%(**), nível de significância 10%(*)

Fonte: Elaboração própria

Os resultados apresentados por BG apresentam uma autocorrelação significativa, indicando que não estamos a conseguir capturar a dependência temporal na totalidade dos dados, ver tabela 5.19.

Tabela 5.20: Resultados obtidos para o ouro, através da relação dos diferentes parâmetros e dos respetivos objetos em estudo

Parametros	Ouro						
	Portugal (PSI20)	Estados Unidos (S&P 500)	India (Nifty 50)	Alemanha (DAX)	Austrália (AORD)	Reino Unido (UKX)	BTC
â	-0,000088	-0,000166	-0,000022	-0,000135	-0,000074	-0,000066	-0,000408
ḃ	0,071135	0,10036**	-0,026784	0,070228*	0,018525	0,027989	0,050994***
ĉ	-0,003157	-0,002270	0,005196	-0,008412	-0,002964	-0,004467	0,010322

Notas: Denota um nível de significância de 1%(***), nível de significância 5%(**), nível de significância 10%(*)

Fonte: Elaboração própria

Como podemos ver, na tabela 5.20, o ouro não evidencia fortemente a presença de se comportar com um *safe haven* para os ativos, uma vez que este não apresenta um nível de significância estatisticamente importante para nenhum ativo. No entanto, o ouro apresenta algumas características de *hedge* para o Nifty 50 e de como um *diversefier* para os restantes ativos.

Tabela 5.21: Resultados obtidos para o Bitcoin, através da relação dos diferentes parâmetros e dos respetivos objetos em estudo

Parametros	Bitcoin						
	Portugal (PSI20)	Estados Unidos (S&P 500)	India (Nifty 50)	Alemanha (DAX)	Austrália (AORD)	Reino Unido (UKX)	Ouro
â	0,007255**	0,005938*	0,007595**	0,006625**	0,007784**	0,007509**	0,008323**
ḃ	1,317419***	1,182868***	0,556284***	1,152592***	0,336366*	1,046678***	1,222874***
ĉ	-0,139286**	-0,043590	-0,18075***	-0,145829**	-0,178147***	-0,154788***	-0,189055***

Notas: Denota um nível de significância de 1%(***), nível de significância 5%(**), nível de significância 10%(*)

Fonte: Elaboração própria

O BTC apresenta ser altamente significativo para os índices apresentados na tabela 5.21, desenvolvendo o potencial de um forte ativo de diversificação a ser adicionado à carteira de um investidor, sendo um ativo ideal para combater a inflação. Uma vez que este apresenta um valor superior a 1 em alguns casos, quando um ativo como o PSI20 sobe 1% o BTC sobe 1,32% aproximadamente, este comportamento apresenta característica de um ativo de mercado especulativo.

5.9. Subsample 3

Para a conclusão da nossa análise realizamos a *subsample 3*, onde analisamos o impacto inicial do conflito da Rússia com a Ucrânia, uma vez que este ainda está a decorrer analisamos apenas o primeiro ano, devido ao efeito de um *safe haven* acontecer num curto espaço de tempo.

Tabela 5.22: Estatísticas descritivas para os diferentes objetos em estudo desde 24/02/2022 até ao dia 30/12/2022

Objetos em estudo	Estatística descritiva									
	Data Inicial	Data Final	Nº,Obs	Mínimo	Máximo	Média	D,Padrão	Assimetria	Curtose	Jarque-Bera
Portugal (PSI20)	24/02/2022	30/12/2022	222	-3,451%	2,791%	0,024%	1,094%	-0,200	3,432	3,205628
Estados Unidos (S&P 500)	24/02/2022	30/12/2022	222	-5,215%	5,988%	-0,016%	1,714%	-0,024	3,496	2,300299
Índia (Nifty 50)	24/02/2022	30/12/2022	222	-4,786%	2,520%	0,007%	1,104%	-0,271	3,988	11,73571***
Alemanha (DAX)	24/02/2022	30/12/2022	222	-4,508%	7,623%	-0,022%	1,486%	0,426	6,058	93,20748***
Austrália (AORD)	24/02/2022	30/12/2022	222	-3,431%	5,117%	-0,017%	1,314%	-0,112	3,697	4,962639*
Reino Unido (UKXX)	24/02/2022	30/12/2022	222	-4,073%	3,710%	-0,030%	1,189%	-0,185	4,267	16,10794***
Ouro	24/02/2022	30/12/2022	222	-4,523%	2,983%	0,004%	0,902%	-0,240	5,845	77,00136***
Bitcoin (BTC)	24/02/2022	30/12/2022	222	-24,908%	10,643%	-0,337%	4,238%	-1,400	9,585	473,554***

Notas: Denota um nível de significância de 1%(***), nível de significância 5%(**), nível de significância 10%(*)

Fonte: Elaboração própria

De acordo, com o teste de Jarque-Bera, ver tabela 5.22, a maioria dos ativos apresentam características de não seguir uma distribuição normal. No entanto, o PSI 20 e o S&P 500 mostram valores apropriados para representarem uma distribuição normal, apesar deste teste nos indicar que estes apresentam ser uma distribuição normal, não quer dizer que o sejam, uma vez que o teste não captura todos os parâmetros.

O mercado do PSI 20, do Nifty 50 e do ouro são os ativos que apresentam um retorno médio positivo, em adição é extremamente visível que o ouro apresentou o menor desvio padrão, exibindo a maior resistência à volatilidade. Relativamente à assimetria, todos os ativos apresentaram assimetrias negativas com exceção do DAX, em relação à curtose continuamos com a apresentação geral de distribuições leptocúrticas.

Tabela 5.23: Cálculo da correlação entre os objetos em estudo com o ouro e o BTC

Correlação		
Objetos em estudo	Ouro	Bitcoin
Portugal (PSI20)	-0,05914	0,30706
Estados Unidos (S&P 500)	-0,08115	0,59317
India (Nifty 50)	-0,10384	0,25026
Alemanha (DAX)	-0,24337	0,36137
Austrália (AORD)	0,00147	0,02562
Reino Unido (UKX)	-0,12642	0,24415
BTC	-0,07260	
Ouro		-0,07260

Fonte: Elaboração própria

O ouro, conforme representado na tabela 5.23, apresenta uma correlação negativa com a maioria dos ativos exceto com o mercado australiano, evidenciando o seu potencial de *safe haven*. Relativamente ao Bitcoin, esta correlação é negativa indicando que este segue a mesma tendência de valor que o restante mercado.

Tabela 5.24: Resultados do teste de ADF para os objetos em estudos e os respetivos níveis de significância

Augmented Dickey-Fuller				
Objetos em estudo	Nível de significância 1%	Nível de significância 5%	Nível de significância 10%	Resultado ADF
Ouro	-4,00012	-3,43029	-3,13872	-15,92381***
BTC	-4,00012	-3,43029	-3,13872	-15,82769***
Portugal (PSI20)	-4,00012	-3,43029	-3,13872	-13,40222***
Estados Unidos (S&P 500)	-4,00012	-3,43029	-3,13872	-18,3068***
India (Nifty 50)	-4,00012	-3,43029	-3,13872	-16,19527***
Alemanha (DAX)	-4,00012	-3,43029	-3,13872	-15,69727***
Austrália (AORD)	-4,00012	-3,43029	-3,13872	-15,19808***
Reino Unido (UKX)	-4,00012	-3,43029	-3,13872	-15,69336***

Notas: Denota um nível de significância de 1%(***), nível de significância 5%(**), nível de significância 10%(*)

Fonte: Elaboração própria

Tabela 5.25: Resultados do teste KPSS para os objetos em estudos e os respetivos níveis de significância

Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin				
Objetos em estudo	Nível de significância 1%	Nível de significância 5%	Nível de significância 10%	Valor do KPSS
Ouro	0,216000	0,146000	0,119000	0,047828***
BTC	0,216000	0,146000	0,119000	0,060721***
Portugal (PSI20)	0,216000	0,146000	0,119000	0,069904***
Estados Unidos (S&P 500)	0,216000	0,146000	0,119000	0,06307***
India (Nifty 50)	0,216000	0,146000	0,119000	0,098613***
Alemanha (DAX)	0,216000	0,146000	0,119000	0,039183***
Austrália (AORD)	0,216000	0,146000	0,119000	0,073399***
Reino Unido (UKX)	0,216000	0,146000	0,119000	0,040895***

Notas: Denota um nível de significância de 1%(***), nível de significância 5%(**), nível de significância 10%(*)

Fonte: Elaboração própria

Como já foi demonstrado em análises anteriores todas as séries temporais são estacionárias, conclusões retiradas a partir das tabelas 5.24 e 5.25.

Tabela 5.26: Resultados obtidos a partir do teste Ljung-Box

Ljung-Box	
Objetos em estudo	Valor do LB
Ouro	1,2075
Bitcoin (BTC)	1,0359
Portugal (PSI20)	2,4192
Estados Unidos (S&P 500)	9,6982***
India (Nifty 50)	0,4448
Alemanha (DAX)	0,4443
Austrália (AORD)	0,0698
Reino Unido (UKX)	0,2871

Notas: Denota um nível de significância de 1%(***), nível de significância 5%(**), nível de significância 10%(*)

Fonte: Elaboração própria

De acordo, com o teste de Ljung-box cujos valores retiramos da tabela 5.26, detetamos que apenas o S&P 500 rejeita a hipótese nula de autocorrelação, indicando que os resíduos da serie temporal apresentam autocorrelação significativa, ou seja a série possui dependência temporal.

Tabela 5.27: Resultados obtidos a partir do teste Breusch Godfrey

Breusch Godfrey	
Objetos em estudo	Valor do BG
Ouro	2,254575
Bitcoin (BTC)	0,498725
Portugal (PSI20)	3,842706**
Estados Unidos (S&P 500)	2,122226
India (Nifty 50)	3,148694**
Alemanha (DAX)	2,971772*
Austrália (AORD)	0,061694
Reino Unido (UKX)	5,076012***

Notas: Denota um nível de significância de 1%(***), nível de significância 5%(**), nível de significância 10%(*)

Fonte: Elaboração própria

Como podemos observar na tabela 5.27, o valor de F estatístico apenas é significativamente relevante para os índices do PSI20, Nifty 50 e UKX, sendo que apesar do DAX ser estatisticamente significativa para 10% só vamos considerar os níveis de 1% e 5%.

Desta forma para o PSI20, Nifty 50 e UKX rejeitamos a hipótese nula de ausência de autocorrelação nos resíduos, indicando que estes possuem autocorrelação. Assim, o ouro, o Bitcoin, S&P 500, o DAX e o AORD estão a capturar bem as dinâmicas temporais do mercado sendo que não precisam de ajustamentos.

Tabela 5.28: Resultados obtidos para o ouro, através da relação dos diferentes parâmetros e dos respetivos objetos em estudo

Parâmetros	Ouro						
	Portugal (PSI20)	Estados Unidos (S&P 500)	India (Nifty 50)	Alemanha (DAX)	Austrália (AORD)	Reino Unido (UKX)	BTC
\hat{a}	0,000023	0	0,000032	0,000004	0,000011	0	0,000047
\hat{b}	-0,04293	-0,041496	-0,077108	-0,145427***	0,017241	-0,08564	-0,016283
\hat{c}	-0,071565	-0,065799	-0,071129	-0,066573	-0,078338	-0,060081	-0,074051

Notas: Denota um nível de significância de 1%(***), nível de significância 5%(**), nível de significância 10%(*)

Fonte: Elaboração própria

Com a aplicação do modelo autorregressivo apenas o DAX apresenta um valor \hat{b} estatisticamente significativo, demonstrando que o ouro atuou como um *safe haven* para o DAX, mas não para os outros ativos onde este funciona como um *hedge*, à exceção do AORD que é um *diversifier*, conforme a tabela 5.28.

Tabela 5.29: Resultados obtidos para o Bitcoin, através da relação dos diferentes parâmetros e dos respetivos objetos em estudo

Parâmetros	Bitcoin						
	Portugal (PSI20)	Estados Unidos (S&P 500)	India (Nifty 50)	Alemanha (DAX)	Austrália (AORD)	Reino Unido (UKX)	Ouro
\hat{a}	-0,004132	-0,003173	-0,004275	-0,003775	-0,003869	-0,003808	-0,003752
\hat{b}	1,221752***	1,465007***	1,201475***	1,109116***	0,270408	1,043554***	-0,358709
\hat{c}	-0,068614	0,002148	-0,120281*	-0,088173	-0,106631	-0,118917*	-0,068480

Notas: Denota um nível de significância de 1%(***), nível de significância 5%(**), nível de significância 10%(*)

Fonte: Elaboração própria

Quando utilizamos o Bitcoin reparamos que este apresenta muitos mais valores estatisticamente significativos, conforme a tabela 5.29, no entanto o valor de \hat{b} apresentado é positivo em todas as situações indicando que este não possui funcionalidade de *safe haven*, mas de *hedge* ou de *diversefier*.

6. Conclusão

No decorrer do nosso estudo, conseguimos compreender a relação histórica do ouro com o mercado financeiro, a forma de como o seu valor intrínseco e sentimental de mercado se originou e de como este se associou a ser um ativo de reserva de valor.

Durante as diversas análises efetuadas ao longo do nosso estudo, conseguimos perceber que a performance do ouro se destacou perante os outros ativos na maioria dos casos. Tornou-se evidente que ouro é um dos ativos que fornece maior rendibilidade média pelo menor desvio padrão, evidenciando assim o seu potencial de conseguir ultrapassar as adversidades do mercado.

Numa fase inicial, estudámos o comportamento do ouro em relação aos restantes mercados mundiais numa perspetiva de longo prazo, identificando características que o posicionam como um *safe haven*, dado que apresenta uma correlação negativa com a maioria dos mercados, com exceção do mercado australiano.

Numa segunda fase, concluímos que o ouro apresenta características de ser um *safe haven* forte para Portugal, Estados Unidos da América, Alemanha e Reino Unido. Em contrapartida, a Austrália apresenta características de um *diversefier* uma vez que o ouro possui uma correlação positiva, no entanto a Índia demonstra o comportamento de um ativo *hedge* devido à sua fraca correlação negativa não estatisticamente significativa.

De seguida, de forma a testarmos se o *safe haven*, comporta-se de forma passageira, ou seja, se apenas funciona em momentos de *market turmoil*. Recorremos à utilização de 3 *subsamples*, sendo que em 2 delas adicionamos a utilização do Bitcoin ao estudo com o intuito de perceber se este possui a capacidade de substituir o papel do ouro como reserva de valor.

Com o recurso da análise das *subsamples*, constatámos que o efeito de *safe haven* não é constante e global, uma vez que este comportamento apenas aconteceu em mercados desenvolvidos, não se tendo verificado na Índia nem na Austrália.

Na primeira *subsample*, analisamos a crise do *subprime*, verificámos que o efeito de *safe haven* não é persistente. Na análise global, apenas o mercado dos EUA apresentou características de *safe haven*, enquanto o mercado australiano e o indiano comportaram-se como *diversifiers*, e os demais mercados apresentaram-se como *hedges*.

Na *subsample 2*, incluímos o BTC como ativo comparativo, durante a pandemia Covid-19, o ouro aqui demonstrou atuar como um forte *safe haven* para os EUA e para o BTC. No entanto, também revelou características de um fraco *safe haven* para a Alemanha. Em relação à Índia, comportou-se como um *hedge*, enquanto para os demais mercados analisados comportou-se como um *diversifier*.

A inclusão do Bitcoin no nosso estudo, desde cedo demonstrou um fraco potencial de ser um *safe haven*, uma vez que este apresenta uma correlação positiva com os restantes ativos, obtivemos a confirmação que este se comporta como um *diversefier* quanto executámos a nossa análise, podendo mesmo ser considerado um ativo especulativo para alguns investidores.

Na terceira *subsample*, estudamos o início da guerra na Ucrânia, onde o ouro adquiriu um comportamento de forte *safe haven* para a Alemanha, e de *hedge* para os restantes mercados, há exceção da Austrália onde manteve o papel de *diversefier*. O Bitcoin, por sua vez, continuou a comportar-se como um *diversefier*.

É importante ter em consideração que o nosso estudo esteve sujeito a diversas limitações, como é o caso das inconsistências dos valores nas diferentes plataformas de pesquisa; das taxas de conversão/câmbio e a possibilidade de aplicação de outros modelos.

Findámos assim o nosso estudo, com a perceção de que o efeito de *safe haven*, não é persistente e que este só funciona para mercados desenvolvidos como é o caso do europeu e do americano. Indo de encontro ao que alguns autores já estudaram, que o ouro está a perder as suas características de porto seguro, tanto a longo como a curto prazo.

7. Bibliografia

Aurélio, C. (2012). *Assimetria na Volatilidade dos Mercados de Ações* (Tese de mestrado, Instituto Superior de Contabilidade e Administração da Faculdade de Lisboa, Lisboa, Portugal), Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.21/2425>.

Banco Central Europeu. (2023). O que é a inflação? Consultado em 29 de Outubro de 2023, de Banco Central Europeu. Disponível em: https://www.ecb.europa.eu/ecb/educational/explainers/tell-me-more/html/what_is_inflation.pt.html

Banzato, F. (2021). *Uma abordagem para previsão da taxa de câmbio por meio de modelos de séries temporais* (Tese mestrado, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Porto, Portugal). Disponível em <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/137952/2/516921.pdf>

Baur, D. G., & Glover, K. J. (2012). The Destruction of a Safe Haven Asset? *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2142283>

Baur, D. G., Karlsen, J. R., Smales, L. A., & Trench, A. (2024). Digging deeper - Is bitcoin digital gold? A mining perspective. *Journal of Commodity Markets*, 34, 100406.

Baur, D. G., & Lucey, B. M. (2010). Is Gold a Hedge or a Safe Haven? An Analysis of Stocks, Bonds and Gold. *Financial Review*, 45(2), 217–229.

Baur, D. G., & Lucey, B. M. (2010). Is Gold a Hedge or a Safe Haven? An Analysis of Stocks, Bonds and Gold. *Financial Review*, 45(2), p.219.

Baur, D. G., & McDermott, T. K. (2010). Is gold a safe haven? International evidence. *Journal of Banking and Finance*, 34(8), 1886–1898.

Baur, D. G., & McDermott, T. K. (2010). Is gold a safe haven? International evidence. *Journal of Banking and Finance*, 34(8), p.1889.

Baur, D. G., & McDermott, T. K. J. (2016). Why is gold a safe haven? *Journal of Behavioral and Experimental Finance*, 10, 63–71.

Beckmann, J., & Czudaj, R. (2013). Gold as an inflation hedge in a time-varying coefficient framework. *The North American Journal of Economics and Finance*, 24, 208–222.

Best, R. (2023). How the U.S. Dollar Became the World's Reserve Currency. Consultado em 29 de Outubro de 2023, de Investopedia. Disponível em:

<https://www.investopedia.com/articles/forex-currencies/092316/how-us-dollar-became-worlds-reserve-currency.asp>

Bhanja, N., & Dar, A. B. (2015). “The beauty of gold is, it loves bad news”: evidence from three major gold consumers. *Economic Change and Restructuring*, 48(3–4), 187–208.

Blikstad, N. M. D., & Oliveira, G. C. de. (2018). Instabilidade financeira na Eurozona e a crise dos títulos públicos dos GIIPS. *Economia e Sociedade*, 27(2), 431–462.

Bollerslev, T. (1986). Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*, 31(3), 307–327.

Brandão, P. (2020). Criptomoeda: o Bitcoin. Disponível em: https://repositorioaberto.uab.pt/bitstream/10400.2/10377/1/RCC_15_p.%201.20.pdf

Chauvet, M., & Potter, S. (2000). Coincident and leading indicators of the stock market. *Journal of Empirical Finance*, 7(1), 87–111.

Ciner, C., Gurdgiev, C., & Lucey, B. M. (2013). Hedges and safe havens: An examination of stocks, bonds, gold, oil and exchange rates. *International Review of Financial Analysis*, 29, 202–211.

Coronado, S., Jiménez-Rodríguez, R., & Rojas, O. (2015). *An empirical analysis of the relationships between crude oil, gold and stock markets*. Disponível: <http://arxiv.org/abs/1510.07599>

Duckenfield, M. (2016). *The Monetary History of Gold: A Documentary History, 1660–1999*. 4.a ed., Vol. 4; Routledge.

Economic Research. (2013). Nixon Ends Convertibility of U.S. Dollars to Gold and Announces Wage/Price Controls. Consultado em 29 de Outubro de 2023, de Economic Research. Disponível em: <https://www.federalreservehistory.org/essays/gold-convertibility-ends>

Elwell, C. K. (2011). *History of the Gold Standard in the United States Specialist in Macroeconomic Policy*. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/details?prodcode=R41887>

Engle, R. (2002). Dynamic Conditional Correlation. *Journal of Business & Economic Statistics*, 20(3), 339–350.

Engle, R. F. (1982). Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation. *Econometrica*, 50(4), 987.

EViews 10 User's Guide I. (2017). Quantitative Micro Software. Disponível em: <https://www.eviews.com/download/EViews%2010%20Getting%20Started.pdf>

Ferreira, D. (2009). *Opções Financeiras. Gestão de Risco, Especulação e Arbitragem* (2.a ed.). Lisboa. Edições: Sílabo.

Furriel, A. (2011). *Modelos Heterocedásticos-ARCH e GARCH* (Tese de mestrado, Faculdade de Economia da Universidade do Porto, Porto, Portugal). Disponível em: <https://repositorioaberto.up.pt/bitstream/10216/57365/2/TeseMestradoMargaridaSepulveda.pdf>.

Global Economic Prospects. (2018). *With the Benefit of Hindsight: The Impact of the 2014-16 Oil Price Collapse*.

Gouveia, Â. (2021). *Verificação e Aplicação dos modelos CAPM e D-CAPM no mercado bolsista português* (Tese mestrado, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal). Disponível em: https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/51943/1/TM_%C3%82ngela_Gouveia.pdf.

Guedes, D. (2020). *Bitcoin: Moeda do Futuro ou Armadilha monetária?* (Tese mestrado, Instituto Superior de Gestão, Lisboa, Portugal). Disponível em: <https://comum.rcaap.pt/handle/10400.26/33077>

Guénette, J.-D., Kenworthy, P., & Wheeler, C. (2022). *Implications of the War in Ukraine for the Global Economy*. Equitable Growth, Finance and Institutions Note; no. 3 Washington, D.C.: World Bank Group. Disponível: <http://documents.worldbank.org/curated/en/099616504292238906/IDU00bdb5a770659b04adf09e600a2874f25479d>

Gürgün, G., & Ünalımsı, İ. (2014). Is gold a safe haven against equity market investment in emerging and developing countries? *Finance Research Letters*, 11(4), 341–348.

Hood, M., & Malik, F. (2013). Is gold the best hedge and a safe haven under changing stock market volatility? *Review of Financial Economics*, 22(2), 47–52.

Hussain Shahzad, S. J., Bouri, E., Roubaud, D., & Kristoufek, L. (2020). Safe haven, hedge and diversification for G7 stock markets: Gold versus bitcoin. *Economic Modelling*, 87, 212–224.

Ihrig, J., Kim, E., Kumbhat, A., Vojtech, C. M., & Weinbach, G. C. (2017). How Have Banks Been Managing the Composition of High-Quality Liquid Assets? *Finance and Economics Discussion Series*, 2017(092), 1–27.

Jensen, M. C. (1967). The Performance Of Mutual Funds In The Period 1945-1964. *The Journal of Finance*, 23 (2), pp.389-416.

Maciel, F. (2021). Assimetria e Curtose dos Dados. Consultado em 5 de Fevereiro de 2024, de <https://blog.proffernandamaciel.com.br/assimetria-e-curtose-dos-dados/>

Markowitz, H. (1952). Portfolio Selection. *The Journal of Finance*, 7(1), 77.

Martins, A. M. (2023). Stock market effects of silicon valley bank and credit suisse failure: evidence for a sample of european listed banks. *Finance Research Letters*, 58, 104296.

Oro Boff, S., & Alves Ferreira, N. (2016). Análise dos benefícios sociais da bitcoin como moeda. *Anuario Mexicano de Derecho Internacional*, 1(16), 499.

Peña, D., Tiao, G. C., & Tsay, R. S. (Eds.). (2000). *A Course in Time Series Analysis*. Wiley.

Royal Society of Chemistry. (2023). Gold - Element information, properties and uses | Periodic Table. Consultado em 29 de Outubro de 2023, de Royal Society of Chemistry. Disponível em: <https://www.rsc.org/periodic-table/element/79/gold>

Investopedia. (2023). Modern Portfolio Theory: What MPT Is and How Investors Use It. Consultado em 29 de Outubro de 2023. Disponível em: <https://www.investopedia.com/terms/m/modernportfoliotheory.asp>

Singh, M. (2024). The 2008 Financial Crisis Explained. Consultado em 19 de Março de 2024, de Investopedia Disponível em: <https://www.investopedia.com/articles/economics/09/financial-crisis-review.asp>

Taylor, S.J., Forecasting the volatility of currency exchange rates, *International Journal of Forecasting* 3, 1986, 15-170

Tully, E., & Lucey, B. M. (2007). A power GARCH examination of the gold market. *Research in International Business and Finance*, 21(2), 316–325.

Vaz, S. (2012). *Volatilidade implícita - estudo de caso* (Tese Mestrado, Instituto Superior de Contabilidade e Administração da Faculdade de Lisboa, Lisboa, Portugal). Disponível em: <https://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/3437/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Silvia%20Vaz%20-%20Volatilidade%20implicita%20-%20estudo%20de%20caso.pdf>.

Vieira, D. (2020). *Is Gold a Hedge and/or a Safe Haven? An empirical examination of European Equity and Bond markets from the Euro's introduction to the COVID-19 pandemic outbreak* (Tese mestrado, Instituto Universitário de Lisboa, Lisboa; Portugal).

Disponível em: https://repositorio.iscte-iul.pt/bitstream/10071/21489/1/master_duarte_saldanha_vieira.pdf

Vieira, D., Carvalho, P., Curto, J., & Laureano, L. (2023). Gold's hedging and safe haven properties for European stock and bond markets. *Resources Policy*, 85.