

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



ASSIMETRIA DA VOLATILIDADE  
DE UM ATIVO STANDARD COM O  
OURO E A COBERTURA DE RISCO  
FEITA COM BASE NO OURO  
(HEDGE)

---

Bernardo José Conde Soares Carapinha da Mata,  
Nº20211363

---

**Coordenação do Curso:** Professora Doutora Ana Maria Sotomayor  
**Orientação:** Professora Doutora Sónia Bentes

Lisboa, Julho de 2024

Esta dissertação contou com o apoio do projeto IPL/IDI&CA2023/RISKFIN\_ISCAL

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

ASSIMETRIA DA VOLATILIDADE DE  
UM ATIVO STANDARD COM O OURO  
E A COBERTURA DE RISCO FEITA  
COM BASE NO OURO (HEDGE)

Bernardo José Conde Soares Carapinha da Mata

Dissertação submetida ao Instituto Superior de Contabilidade e Administração de Lisboa para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Gestão das instituições financeiras, realizada sob a orientação científica de Professora Doutora Sónia Bentes.

Constituição do Júri:

Presidente \_\_\_\_\_ Doutora Ana Maria Sotomayor

Arguente \_\_\_\_\_ Doutor Raúl Navas

Vogal \_\_\_\_\_ Doutora Sónia Bentes

Lisboa, Julho de 2024

## AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho de investigação foi bastante longa e apenas possível por me ter sentido sempre apoiado por todos aqueles que me rodeiam.

Um obrigado muito especial à Doutora Sónia Bentes que acreditou em mim desde o início e sempre me incentivou a não desistir e a levar este trabalho até ao fim.

Obrigado, também à minha amiga Íris que me ajudou sempre que eu precisei mesmo sendo esta investigação bastante distante das suas áreas de estudo.

Agradece-se o apoio do Instituto Politécnico de Lisboa através do projeto IPL/IDI&CA2023/RISKFIN\_ISCAL.

Por fim, mas não menos importante um obrigado à minha mãe, pai e padraсто por me terem possibilitado fazer este mestrado e por me ajudarem a concretizá-lo até ao fim.

## RESUMO

O principal objetivo desta dissertação é examinar se o Ouro atua como Ativo de Cobertura de Risco ou como Ativo de Refúgio face a várias classes de ativos, especialmente focando nos mercados europeus desde a introdução do Euro. O estudo investiga possíveis diferenças nos efeitos entre prazos curtos/médios e longos por meio de uma análise de subamostras.

Os resultados indicam que o Ouro pode ser considerado um Ativo de Cobertura de Risco para ações, especialmente evidente após o colapso do Lehman Brothers. Também mostra ser um Ativo de Refúgio forte para retornos negativos extremos em períodos específicos, como o colapso do Lehman Brothers. Em relação aos títulos, ambos os efeitos não são visíveis, e o Ouro é caracterizado, na melhor das hipóteses, como um fraco Ativo de Cobertura de Risco e Refúgio, sendo os principais impulsionadores aparentemente os emissores.

Palavras-chave: Ouro, Cobertura de Risco, Ativo de Refúgio, S&P 500

## **ABSTRACT**

The main objective of this dissertation is to examine whether Gold acts as a Risk Hedge or a Safe Haven against various asset classes, particularly focusing on European markets since the introduction of the Euro. The study investigates potential differences in effects between short/medium and long terms through subsample analysis.

The results indicate that gold can be considered a Hedge for stocks, particularly evident after the Lehman Brothers' collapse. It also shows a strong Safe Haven for extreme negative returns in specific periods, such as the Lehman Brothers' collapse. Regarding bonds, both effects are not visible, and gold is characterized, at best, as a weak Hedge and Safe Haven, with the major drivers seemingly being the issuers.

Key words: Gold, Hedge, Safe Haven, S&P500

## ÍNDICE

<i>Agradecimentos</i> .....	<i>iv</i>
<b>RESUMO</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vi</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
1.1. Objetivos de Investigação .....	1
1.2. Justificação e Relevância do Estudo .....	3
1.3. Proposta de explicação de desenvolvimento do tema da investigação.....	3
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>4</b>
2.1. Volatilidade .....	4
2.2. Ouro .....	5
2.2.2 Volatilidade do Ouro .....	6
2.2.3 Principais fatores que influenciam o preço do ouro .....	7
2.3. Diferença entre <i>Hedge</i> e <i>Safe Haven</i> .....	8
2.3.1. Definição de Safe Haven .....	8
2.3.2. Definição de Hedge .....	10
2.3.3. Diferença entre eles.....	13
2.4. Assimetria na volatilidade.....	14
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	<b>17</b>
3.1. Modelo de assimetria EGARCH .....	17
<b>4. Estudo empírico</b> .....	<b>19</b>
4.1 Dados .....	19
4.2. Estimação do modelo EGARCH.....	23
<b>5. Conclusão</b> .....	<b>32</b>
5.1. Implicações Práticas.....	34

<b>5.2. Limitações e Sugestões para Pesquisas Futuras .....</b>	<b>34</b>
<b>5.3. Considerações Finais.....</b>	<b>35</b>

## ÍNDICE DE QUADROS E TABELAS

Tabela 1 – Estatísticas descritivas das rentabilidades do ouro .....	22
Tabela 2 - Testes de estacionariedade das rendibilidades do ouro .....	25
Tabela 3 - Resultados do teste de autocorrelação das rendibilidades do ouro.....	26
Tabela 4 – Correlograma das rendibilidades do ouro .....	27
Tabela 5 – Resultados do teste ARCH-LM .....	28
Tabela 6 - Correlograma do quadrado os resíduos (erros).....	29
Tabela 7 - Estimativas do modelo EGARCH (1,1).....	30
Tabela 8 - Teste ARCH-LM aos resíduos do modelo EGARCH (1,1) .....	31

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Efeito Alavanca .....	15
Figura 2 – O Efeito Simétrico .....	16
Figura 3 - Cotações do ouro no período de 2 de janeiro de 2018 e 19 de abril de 2024 .....	19
Figura 4 - Rendibilidades do índice ouro no período de 2 de janeiro de 2018 e 19 de abril de 2024.....	20
Figura 5 - Histograma das rendibilidades do ouro no período de 2 de janeiro de 2018 e 19 de abril de 2024 .....	23

# 1. INTRODUÇÃO

Os mercados financeiros estão atualmente a enfrentar uma grande volatilidade nos valores dos seus ativos. Essa instabilidade pode ser atribuída a diversos fatores, como incertezas económicas, mudanças políticas, crises sanitárias e outros eventos globais que impactam negativamente os mercados. Para se adaptarem a estas mudanças e protegerem os seus investimentos, investidores e empresas procuram soluções eficazes para transformar os prejuízos decorrentes das quedas repentinas do mercado em oportunidades de mitigação de risco.

Uma das estratégias mais comuns e eficazes para enfrentar esta volatilidade é o uso de técnicas de '*hedging*'. O *Hedging*, ou cobertura, é uma prática financeira que envolve a compra de posições em ativos ou instrumentos financeiros que compensam potenciais perdas noutras posições. Uma dessas estratégias de '*hedging*' envolve o uso do ouro como ativo de refúgio.

O ouro é historicamente considerado um ativo seguro, especialmente em tempos de incerteza económica e volatilidade de mercado. O seu valor tende a manter-se estável ou até mesmo a aumentar quando os outros ativos, como as ações e os títulos, estão em queda. Assim, ao investir no ouro, os investidores podem proteger os seus portfólios contra perdas significativas, diversificando a sua exposição e reduzindo o risco geral.

Além de usarem o ouro como ativo de refúgio, os investidores estão constantemente à procura de novas maneiras de se prepararem para assumir novos riscos e responder de forma inovadora aos desafios diários apresentados pelo mercado. Isso pode incluir a utilização de contratos de futuros, opções, *swaps* e outros instrumentos financeiros derivados que permitam uma gestão mais precisa do risco. Estas ferramentas permitem que os investidores fixem preços futuros, e reduzam assim a exposição a flutuações do mercado e garantam uma certa previsibilidade nas suas operações financeiras.

## 1.1. OBJETIVOS DE INVESTIGAÇÃO

O principal objetivo desta pesquisa é analisar a volatilidade das cotações diárias do ouro e do índice S&P 500, utilizando o modelo EGARCH, com o intuito de identificar e compreender as assimetrias nos efeitos das boas e más notícias na volatilidade dos mercados financeiros.

A revisão de literatura explora estudos e teorias relevantes sobre a volatilidade nos mercados financeiros, com especial destaque na utilização de modelos econométricos como o EGARCH. São abordadas as principais contribuições de autores que investigaram a relação entre notícias económicas e geopolíticas e a volatilidade dos ativos, destacando o papel do ouro como ativo de refúgio em períodos de incerteza. Adicionalmente, foram examinadas pesquisas que analisam a volatilidade do índice S&P 500, considerando a sua importância como indicador do mercado de ações.

Para este estudo, foram analisadas as cotações diárias do ouro e do S&P 500 no período de 2 de janeiro de 2018 a 19 de abril de 2024, totalizando 1640 observações. As rendibilidades diárias foram calculadas com base nas cotações, dado que estas são estacionárias e, portanto, apropriadas para a modelagem econométrica. O período analisado inclui eventos significativos, como a pandemia de COVID-19, que causou disrupções económicas globais e afetou a volatilidade dos mercados financeiros.

A análise empírica inclui a verificação de pressupostos fundamentais, como estacionaridade, autocorrelação e heterocedasticidade, para garantir a fiabilidade dos resultados do modelo EGARCH. Testes como ADF, KPSS, Breusch-Godfrey e ARCH-LM foram aplicados para confirmar que as séries temporais das rendibilidades do ouro são adequadas para a modelagem proposta. Os resultados indicaram que as rendibilidades são estacionárias, não apresentam autocorrelação significativa, mas exibem heterocedasticidade, justificando o uso do modelo EGARCH.

Além da análise quantitativa, o estudo também considera o impacto de fatores económicos e geopolíticos na volatilidade do ouro. A trajetória ascendente das cotações do ouro até 2020, seguida por uma volatilidade acentuada pós-2020, reflete a resposta do mercado a eventos como a pandemia, tensões comerciais e políticas monetárias expansionistas. Estes eventos destacam o papel do ouro como ativo de refúgio em tempos de incerteza e crise.

Em suma, este estudo utiliza o modelo EGARCH para explorar a dinâmica da volatilidade das rendibilidades do ouro e do S&P 500, proporcionando uma compreensão mais profunda dos efeitos assimétricos das notícias nos mercados financeiros. Os resultados têm implicações importantes para a gestão de riscos e a formulação de políticas económicas, contribuindo para a literatura existente sobre a volatilidade dos mercados financeiros.

## 1.2. JUSTIFICAÇÃO E RELEVÂNCIA DO ESTUDO

Face ao anteriormente exposto, este trabalho é sobre um tema bastante atual e relevante devido aos vários problemas de crises, causadas pela pandemia Covid19 e pela guerra entre a Rússia e a Ucrânia, que os mercados enfrentam nos dias de hoje.

Cada vez mais, a volatilidade se torna um dos temas prioritários das Finanças tendo um carácter bastante importante na análise de risco. Como tal os investidores tendem sempre a procurar mecanismos que garantam um maior grau de retorno de modo a reduzir ou eliminar o risco a que estão expostos no seu dia-a-dia. É extremamente importante determinar com exatidão a previsão da variância (volatilidade) para ser possível determinar estratégias de *hedge* e captar momentos de incerteza no mercado.

Face a uma grande e acentuada oscilação nos mercados financeiros, os valores dos ativos não acompanham as previsões dos investidores, pelo que os metais preciosos e semipreciosos ganham um papel relevante na mitigação dos riscos a que estes estão expostos.

## 1.3. PROPOSTA DE EXPLICAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DO TEMA DA INVESTIGAÇÃO

A volatilidade (variância) é uma medida estatística da variação dos ativos financeiros, é a dispersão dos preços dos ativos subjacentes num intervalo de tempo quando comparados com a sua média. A volatilidade pode ser analisada em diversos contextos como por exemplo em *Clusters* (que são grupos de oscilações) ou através da sua Assimetria (o efeito das boas e más notícias nos mercados). Não há um modelo de volatilidade que seja o melhor, uma vez que as características das séries financeiras se alteram consoante as circunstâncias.

O segundo ponto deste trabalho foca-se no uso do Ouro como um ativo de refúgio e, o uso do Ouro para cobrir/mitigar riscos (*Hedge*).

O Ouro sempre teve um papel importante e sempre foi utilizado nas economias, dada a sua escassez e valor, é um metal precioso raro. Antigamente servia como garantia de valor nas transações e nos dias de hoje é tido como uma importante reserva nos bancos centrais mundiais.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

A volatilidade foi estudada pela primeira vez por Kendall (1953), que afirmou que o seu comportamento era descrito por movimentos aleatórios, tendo essa teoria sido também defendida por outros investigadores até que anos mais tarde surgiram as primeiras discordâncias. Essas contrapostas defendiam que uma série de acontecimentos poderiam não significar um comportamento aleatório puro, ou seja confirmaram que a volatilidade dos dados não é estável e que os seus desvios padrões não são constantes (a homocedasticidade desejável).

A não concordância levou à criação dos dois modelos mais utilizados para o estudo simétrico dos efeitos dos retornos, negativos e positivos, da volatilidade dos ativos.

O modelo que vamos estudar será o EGARCH – *Exponential Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* desenvolvido por Nelson (1990) para descrever os efeitos assimétricos na volatilidade.

A investigação sobre o tema da volatilidade leva-nos ao estudo da sua assimetria. A assimetria na volatilidade é o tema principal desta dissertação uma vez que é um tema muito importante no estudo de mercados, caracteriza-se pelo facto da volatilidade ser maior nos períodos de descidas inesperadas dos preços dos ativos e menor nas subidas dos preços dos ativos. O primeiro a estudar a assimetria foi Black em 1976 onde explicava a assimetria com o efeito de alavanca financeira, mostrando que uma queda no valor das ações aumentava o efeito de alavanca, aumentando conseqüentemente o risco associado às ações e a sua volatilidade. Os investigadores que se seguiram a Black comprovaram as suas afirmações e focaram-se em duas hipóteses explicativas para a assimetria, a assimetria das perturbações e o efeito de alavanca.

### 2.1. VOLATILIDADE

A volatilidade (variância) é uma medida estatística da agitação dos ativos financeiros, é a dispersão dos preços dos ativos subjacentes num intervalo de tempo quando comparados com a sua média. A volatilidade pode ser analisada em diversos contextos como por exemplo

em *Clusters* (que são grupos de oscilações) ou através da sua Assimetria (o efeito das boas e más notícias nos mercados). Não há um modelo de volatilidade que seja o melhor, uma vez que as características das séries financeiras se alteram consoante as circunstâncias.

Existe um amplo espectro de literatura sobre a volatilidade nos mercados de capitais e as consequências assimétricas ligadas a choques positivos e negativos. Uma assimetria na volatilidade pode desencadear o fenómeno da alavancagem, denotando uma redução nos valores das ações que aumenta a influência da alavancagem financeira, resultando numa subida tanto do risco das ações quanto de sua volatilidade (Black, 1976). Pesquisas posteriores conduzidas por Schwert (1989), Campbell e Hentschel (1992), entre outros estudiosos, corroboraram essa teoria.

A volatilidade fornece um meio para medir a oscilação dos preços dos ativos financeiros em relação à sua média ao longo de um período de tempo específico. A volatilidade é um dos vários determinantes dos preços das ações. Essa métrica é derivada do cálculo do desvio padrão anualizado das alterações percentuais nas cotações anuais, mensais e diárias. A volatilidade é representada pelo desvio padrão, simbolizado por  $\sigma$ .

O cálculo do desvio padrão é representado pela seguinte fórmula (1):

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Onde:

$X_t$  = logaritmo do cociente entre duas cotações consecutivas;

$\bar{X}$  = média aritmética de  $X_t$

$n$  = número de observações verificadas

## 2.2. OURO

O ouro é um ativo físico que possui características distintas dos outros ativos, como as ações. Enquanto as ações dependem da maturidade das empresas para gerar rendimentos através de dividendos ou valorização do preço das ações, o valor do ouro tende a aumentar durante os períodos de más notícias e de instabilidade nos mercados financeiros.

A natureza do ouro como ativo de refúgio deve-se à sua capacidade de manter ou aumentar o valor em tempos de incerteza económica, política ou social. Esta característica torna-o especialmente valioso para investidores que procuram proteger os seus portfólios contra a volatilidade e as quedas acentuadas no mercado. Ao contrário de ativos financeiros que podem ser altamente voláteis e dependentes de fatores específicos da empresa ou do mercado, o ouro oferece uma estabilidade relativa e uma correlação negativa com outros ativos durante crises.

No entanto, apesar de ser amplamente reconhecido e utilizado como ativo de refúgio, ainda há uma falta de estudos que identifiquem e analisem de forma abrangente todas as suas propriedades. A maior parte da literatura existente concentra-se em duas principais funções do ouro: a sua utilização como mecanismo de *'hedging'* e como mecanismo de refúgio.

Como mecanismo de *'hedging'*, o ouro é utilizado para mitigar riscos em portfólios de investimentos, onde os investidores adicionam o ouro às suas carteiras para a proteger contra perdas em outros ativos, aproveitando a sua tendência de valorizar durante períodos de instabilidade. Esta estratégia de cobertura é baseada na correlação inversa que o ouro frequentemente apresenta em relação a outros ativos financeiros, como ações e obrigações.

Como mecanismo de refúgio, o ouro serve como uma reserva de valor durante períodos de crise. Quando os mercados estão sob pressão e os ativos tradicionais estão em queda, o ouro tende a atrair investidores que procuram preservar o capital. Esta função é particularmente relevante durante eventos económicos extremos, como recessões, crises financeiras ou incertezas geopolíticas.

### **2.2.2 Volatilidade do Ouro**

Como já foi explicado anteriormente, a volatilidade (variância) é uma medida estatística da agitação dos ativos financeiros, ou seja, é a dispersão dos preços dos ativos subjacentes num intervalo de tempo quando comparados com a sua média.

A volatilidade do Ouro é importante para analisar as condições atuais e as expectativas futuras do seu preço, assim com a sua incerteza e risco nos mercados globais. Tal como as ações, as obrigações e as *commodities*, o ouro também pode estar sujeito a flutuações significativas de preço, mesmo quando as condições do mercado são favoráveis. A volatilidade

de cada tipo de ativos varia ao longo do tempo e só é possível obter dados significativos com uma comparação a longo prazo.

O investimento no Ouro é cada vez mais comum e, tem tido um papel cada vez mais importante na diversificação de carteiras assim como na proteção contra a inflação. Porém, antes de investir no Ouro como um ativo de refúgio é importante ter uma visão de longo prazo para entender as flutuações do seu preço e a forma como elas se comportam face a outros mercados.

Ao analisarmos a variação histórica do preço do ouro nos últimos 40 anos, conseguimos identificar algumas das causas que explicam as flutuações encontradas. É importante perceber estas variações históricas uma vez que, tendo uma visão de longo prazo e analisando o histórico de preços do ouro, os investidores podem obter informações sobre padrões e tendências que poderão influenciar as suas decisões de investimento.

### ***2.2.3 Principais fatores que influenciam o preço do ouro***

Existem vários fatores que influenciam o preço do ouro, tais como, fatores macroeconómicos, geopolíticos, a alterações na inflação, a variação de valor da moeda, alterações das reservas nacionais, a relação entre a oferta e a procura e, os custos de mineração dos metais preciosos.

Por exemplo, quando a inflação sobe, o preço do ouro também sobe, nesses momentos os investidores olham para o ouro como um “*safe haven*” e cobrem o facto de a moeda perder valor face à inflação “*hedge*”. Ou quando as tensões geopolíticas aumentam, o preço do ouro aumenta, os investidores procuram uma proteção contra a incerteza e ouro é novamente visto como um “*safe haven*”.

Ainda assim, as correlações nem sempre são verdadeiras porque o preço do ouro nem sempre aumenta face à inflação ou aos fatores macroeconómicos.

Tal como nas “*commodities*”, a relação entre a oferta e a procura do ouro também vai influenciar o seu preço.

O que torna o ouro tão valioso é sua longa duração, resistência e escassez. Visto que só existe mais ouro em circulação se a sua exploração aumentar, o que irá originar uma subida de custos.

## 2.3. DIFERENÇA ENTRE *HEDGE* E *SAFE HAVEN*

Neste capítulo definem-se os conceitos de “*Hedge*” (cobertura de risco) e “*Safe Haven*” (Ativo de Refúgio), para distinguir os dois termos um do outro. O capítulo fundamenta-se nas definições recolhidas em Baur, D. e Thomas K. McDermott (2010).

Desde o início da crise financeira em julho de 2007, o valor nominal do ouro aumentou 42%. O desempenho do ouro é ainda mais impressionante quando comparado com as perdas observadas noutras classes de ativos durante a presente crise, sendo por isso regularmente referido como um "ativo de refúgio".

Um refúgio é definido como um local de segurança ou de abrigo. Um “*Safe Haven*” deve, portanto, ser um ativo que mantenha o seu valor em condições de mercado adversas. Este tipo de ativo oferece aos investidores a oportunidade de proteger os seus investimentos no caso de condições de mercado negativas.

De acordo com Baur (2009) é mais provável que os investidores procurem um refúgio em resposta a choques de mercado durante um curto período.

### 2.3.1. *Definição de Safe Haven*

Um ativo de refúgio forte é definido como um ativo que está negativamente correlacionado com outro ativo ou carteira apenas em determinados períodos, por exemplo, em períodos de queda dos mercados bolsistas. Enquanto um ativo de refúgio fraco é definido como um ativo que não está correlacionado com outro ativo ou carteira apenas em determinados períodos, por exemplo, em períodos de queda dos mercados bolsistas.

Os autores exploram vários ativos e os seus papéis como ativos de refúgio nos mercados financeiros, com foco particular no ouro.

Baur e Lucey (2010) usam regressão linear e concluem que o ouro serve como um ativo de refúgio para os quartis de 2,5% e 1% nos EUA e na Alemanha, especialmente durante períodos de queda do mercado. No entanto, observam que o efeito de *Safe Haven* é de curta duração, durando cerca de 15 dias de negociação.

Baur e McDermott (2016) também apoiam o ouro como um ativo de refúgio de curto prazo para o S&P500 e MSCI World durante retornos extremamente negativos. Concluem que o

efeito de *Safe Haven* é de curta duração, mas usam retornos cumulativos para suportar a sua conclusão.

Na perspectiva de Ciner et al. (2013) o ouro não é um ativo de refúgio para o mercado dos EUA devido à falta de coeficientes estatisticamente significativos. Os autores sugerem que tal se deve a um conjunto de dados mais recente, onde o preço do ouro aumentou acentuadamente, sugerindo que a popularidade do ouro como investimento pode enfraquecer a sua percepção de *Safe Haven*.

Baur e Glover (2012) argumentam que, quanto mais pessoas investem em ouro, mais afetado negativamente será o seu preço, potencialmente enfraquecendo a sua percepção de *Safe Haven*.

Sugerem assim que, durante a crise financeira, a duração do efeito de *Safe Haven* do ouro foi reduzida e, em alguns casos extremos, eliminada.

Existem diferentes abordagens quanto à análise de *Safe Haven*. Vários autores, incluindo Coudert e Raymond-Feingold (2011), Beckmann et al (2015), e outros, têm diferentes descobertas sobre a percepção de *Safe Haven* do ouro, dependendo do mercado e das suas condições específicas. Os autores também discutem os papéis de *Safe Haven* de ativos como VIX, o petróleo e a *Bitcoin*. O VIX é visto como um ativo de refúgio mais forte do que o ouro. O petróleo e a *Bitcoin* foram considerados fracos ativos de refúgio em várias análises.

No entanto existem lacunas nos estudos desenvolvidos. A revisão da literatura apresentada destaca a extensa análise realizada sobre os papéis do ouro como cobertura risco e ativo de refúgio em vários mercados financeiros. Abrange os principais mercados de ações, obrigações e taxas de câmbio em todo o mundo, bem como mercados emergentes e em desenvolvimento. No entanto, a revisão também identifica várias lacunas na literatura existente:

Mercados europeus de ações e obrigações: Existe uma lacuna na investigação sobre o papel do ouro como cobertura de risco e ativo de refúgio nos mercados acionistas e obrigacionistas europeus, especialmente desde a introdução da moeda única (Euro). Esta lacuna sugere a necessidade de uma análise mais específica no contexto do panorama financeiro europeu.

Comparação dos vencimentos de obrigações públicas: A revisão aponta que há uma falta de estudos que comparem o papel do ouro face a diferentes vencimentos de títulos de dívida

pública. Este tipo de análise pode fornecer informações valiosas sobre como o ouro interage com vários segmentos do mercado obrigacionista.

Análise de subamostras: A revisão também destaca uma deficiência na análise de subamostras em muitos mercados. A análise de subamostras é importante para entender como os papéis do ouro podem variar durante diferentes condições de mercado ou períodos de tempo, o que pode melhorar a nossa compreensão do seu comportamento como um *Hedge* e um *Safe Haven*.

Em resumo, embora exista uma base substancial de estudos sobre o papel do ouro nos mercados financeiros, há áreas específicas, como os mercados europeus e os prazos de vencimento das obrigações, em que se justifica uma investigação mais aprofundada. Além disso, a realização de análises de subamostras numa ampla gama de mercados pode fornecer insights mais profundos sobre o desempenho do ouro como *Hedge* e *Safe Haven*.

### **2.3.2. Definição de Hedge**

Uma cobertura forte é definida como um ativo que está negativamente correlacionado com outro ativo ou carteira em média. Enquanto uma cobertura fraca é definida como um ativo que não está correlacionado com outro ativo ou carteira em média.

Ao longo da investigação para a escrita da dissertação foram analisados diversos estudos sobre a capacidade de cobertura do Ouro em mercados de ações. Podemos assim compreender as diferenças entre os vários mercados bolsistas.

Baur e Lucey (2010) descobriram que o ouro é uma proteção para ações nos Estados Unidos e no Reino Unido, mas não na Alemanha. Para isso utilizaram regressões lineares. Baur e McDermott (2010) analisaram a questão e sugeriram que o ouro é um forte hedge para o mercado norte-americano e para os mercados de países desenvolvidos como França, Alemanha, Itália, Suíça e Reino Unido, mas não para o Canadá, Japão e Austrália. As suas descobertas diferiram então de Baur e Lucey, possivelmente devido a um período amostral mais longo. Hood e Malik (2013) e Shahzad et al (2020) chegaram a conclusões semelhantes, apoiando a propriedade de cobertura do ouro nos mercados americano, alemão, francês e italiano.

Shahzad et al (2020) também analisaram os mercados do Reino Unido e do Japão e encontraram uma propriedade de cobertura fraca para o ouro, possivelmente influenciada por

utilizarem um período amostral diferente. Gürgün e Ünalmış (2014) aplicaram a metodologia de Baur e McDermott a mercados emergentes e em desenvolvimento. (Descobriram que o ouro fornece propriedades de cobertura fortes ou fracas para investidores domésticos, mas menos mercados para investidores estrangeiros, de acordo com as descobertas de Baur e McDermott para os países BRIC.) Ciner et al. (2013) utilizaram a metodologia DCC-GARCH para analisar os mercados do Reino Unido e dos EUA, encontrando uma relação negativa entre o ouro e as ações no mercado dos EUA, destacando a capacidade de cobertura de risco do ouro para os investidores nos mercados de ações. Coudert e Raymond-Feingold (2011) analisaram os retornos reais mensais do ouro e de ações, concluindo que o ouro atua como uma proteção na maioria dos casos. Beckmann, Berger e Czudaj (2015) descobriram que o ouro é uma forte proteção para certos mercados como a UEM, a Indonésia, a Rússia e a Turquia, mas não para a China, a Alemanha e o MSCI World. É um hedge fraco para outros mercados, contrastando com as descobertas de Baur e McDermott.

Em resumo, vários estudos mostram resultados variados sobre a capacidade de cobertura do ouro em diferentes mercados de ações, com algum consenso nos mercados dos EUA e do Reino Unido, mas ainda assim conclusões diferentes para outras regiões, que podem ser influenciadas por fatores como períodos amostrais e metodologias utilizadas nos estudos.

Os autores discutem vários estudos e as suas descobertas relacionadas com as propriedades de cobertura do ouro em diferentes contextos, descritos abaixo:

Baur e Lucey (2010) concluem que o ouro serve como cobertura principalmente durante os mercados em queda (Bear Market), conforme identificado pela análise de "picos e cavidades dentro da amostra completa". Gürgün e Ünalmış (2014) focam-se no período após a falência da Lehman Brothers (Setembro de 2008 a Setembro de 2013) e observam que a capacidade de cobertura do ouro é reduzida para os investidores nacionais em vários mercados durante este período, enquanto os resultados são diversos para os investidores estrangeiros. Hood e Malik (2013) examinaram diferentes regimes de volatilidade e concluíram que o VIX (CBOE *Volatility Index*) tem uma correlação forte negativa com o S&P500, enquanto o ouro mostra correlações variáveis, às vezes positivas e às vezes menos negativas do que o VIX. Ciner et al. (2013) sugerem que há pouca relação entre o ouro e as obrigações nos EUA, o que se alinha com a conclusão de Baur e Lucey de que o ouro não é uma proteção para os mercados de obrigações dos EUA e do Reino Unido, mas é uma proteção para o mercado de obrigações alemão. Joy (2011) usa a abordagem DCC-GARCH e descobre que o ouro atuou como uma

proteção contra o dólar dos EUA durante todo o período analisado no estudo. Esta descoberta é consistente com Ciner et al (2013) e outros autores que observam uma relação negativa entre o ouro e o dólar americano.

Reboredo e Rivera-Castro (2014) e Capie, Mills e Wood (2005) também apoiam a ideia de que o ouro pode atuar como uma proteção contra o dólar americano. Reboredo (2013) examina a relação do ouro com o petróleo e conclui que o ouro não se pode proteger efetivamente contra os preços do petróleo devido a uma relação positiva e significativa entre os dois ativos. Beckmann e Czudaj (2013) sugerem que o ouro se pode proteger parcialmente contra a inflação futura no longo prazo, com resultados mais fortes para os EUA e o Reino Unido em comparação com o Japão e a Zona Euro. No entanto, a eficácia desta cobertura depende do horizonte temporal, uma vez que o ouro é útil como uma cobertura parcial a longo prazo, quando prevalece uma relação de cointegração, mas pode não proporcionar uma proteção eficaz em períodos sem ajuste de preços.

Em resumo, os autores destacam várias descobertas relacionadas com as propriedades de hedge do ouro em diferentes cenários, incluindo o seu papel nos mercados em queda, a sua relação com o dólar americano e a sua eficácia como proteção contra a inflação e outros ativos, como o petróleo. A eficácia do ouro como cobertura de risco pode variar dependendo do contexto específico e do horizonte temporal.

Em conclusão, os autores discutem a capacidade de vários ativos para fornecer proteção (*hedge*) nos mercados financeiros e a sua eficácia em comparação com o ouro:

VIX (CBOE *Volatility Index*): Hood e Malik (2013) compararam o desempenho do ouro e do VIX como *hedges* e descobriram que, embora o ouro seja um *hedge* no longo prazo, o coeficiente VIX é mais negativo e estatisticamente significativo, indicando que o VIX é um *hedge* melhor do que o ouro para o mercado dos EUA.

Petróleo: Ciner et al. (2013) sugerem que o petróleo pode ser considerado um *hedge* contra potenciais quedas do dólar americano, particularmente após a Segunda Guerra do Golfo de 2003.

Bitcoin: Shahzad et al. (2020) analisaram o ouro e a *bitcoin* como *hedges* e descobriram que o ouro é geralmente um *hedge* melhor do que a *bitcoin* para a maioria dos mercados. A

*Bitcoin* é considerado um *hedge* forte apenas para o Canadá e Japão (onde o ouro não é um *hedge* forte), e é um *hedge* fraco para Itália e França.

Em resumo, diferentes ativos, incluindo VIX, petróleo e bitcoin, foram considerados como potenciais *hedges* nos mercados financeiros. A eficácia desses ativos como *hedges* pode variar dependendo do mercado específico, o período e o contexto em que são analisados. O ouro continua a ser um candidato proeminente para fins de cobertura, mas há outros ativos que também estão a ser explorados pelas suas propriedades de cobertura.

### **2.3.3. Diferença entre eles**

A característica que distingue os dois tipos de ativos descritos acima é a duração do efeito. A propriedade importante da cobertura de risco (*Hedge*) é o facto “*holds on average*”, enquanto a principal propriedade do ativo de refúgio (*Safe Haven*) é o facto de só ser necessário mantê-lo em certos períodos, por exemplo, uma crise financeira.

Os ativos que funcionam como cobertura de risco contra ações podem acompanhar as ações em períodos de crise, uma vez que os investidores vendem diferentes tipos de ativos ou todos os ativos simultaneamente. Isto pode ser explicado efeito de contágio nos mercados (Boyer et al., 2006). Em contraste, é possível que existam ativos que só estão negativamente correlacionados em períodos de crise, movendo-se simultaneamente com o outro ativo. Neste caso, os investidores compram os ativos uma vez que estes não perdem valor nesses momentos, funcionando assim como um ativo de refúgio (*safe haven*).

A distinção entre uma cobertura de risco forte e fraca e um ativo de refúgio é importante para os investidores. Se um ativo estiver negativamente correlacionado com outro ativo ou carteira, o investidor obtém retornos positivos caso o outro ativo ou carteira apresentem retornos negativos. O mesmo não se verifica se estes não estiverem correlacionados, visto que os retornos positivos de um ativo durante períodos de tensão financeira ou turbulência podem aumentar a estabilidade do mercado, reduzindo as perdas globais.

Segundo o estudo de Baur e McDermott (2010), o ouro atua como um ativo de refúgio, oferecendo proteção aos investidores contra perdas nos mercados financeiros. Após a sua análise, compreenderam que os resultados são mais fortes para dados diários, mostrando que os investidores reagem a choques extremos e de curta duração procurando o ouro como um ativo de refúgio. O ouro pode então ser visto como uma compra de pânico após um choque de

mercado extremamente negativo. As tendências mais graduais nos mercados – perdas semanais ou mensais – não parecem suscitar a mesma resposta impulsiva dos investidores

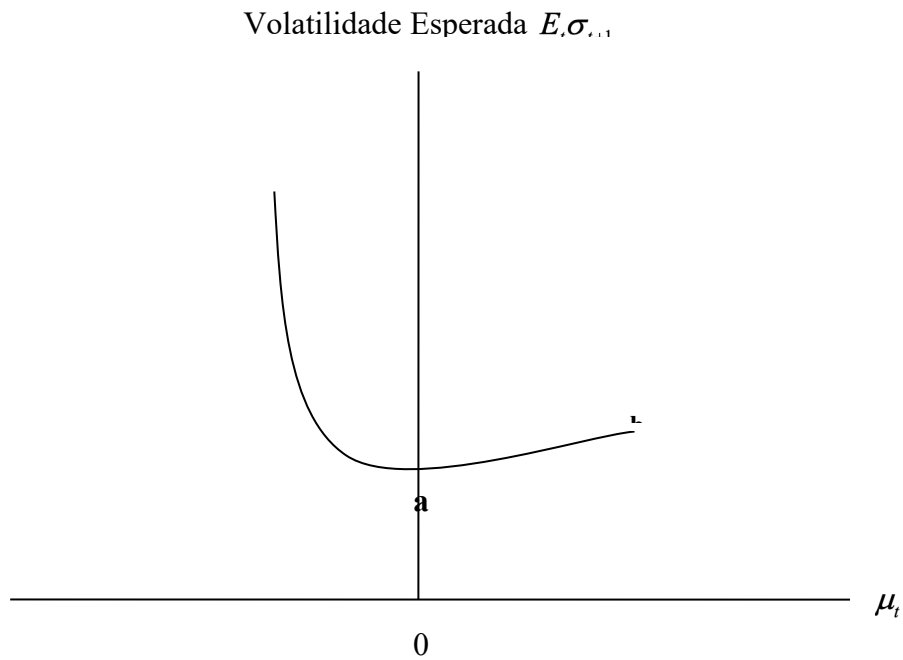
## 2.4. ASSIMETRIA NA VOLATILIDADE

A assimetria é normalmente associada a oscilações temporais sucessivas, quando se verifica que as descidas repentinas no preço dos ativos aumentam mais a volatilidade do que as subidas de igual grandeza.

Black (1976) foi o primeiro investigador a reconhecer este fenómeno, mais tarde comprovado pelas observações de French et al. (1987), Schwert (1989), Nelson (1991), LeBaron (1992), Campbell e Hentschel (1992) e Glosten et al. (1993). Ou seja, é quando o risco associado a uma ação ou carteira de ações é superior após um choque negativo do que depois de um choque positivo no mercado (Nam et al., 2001).

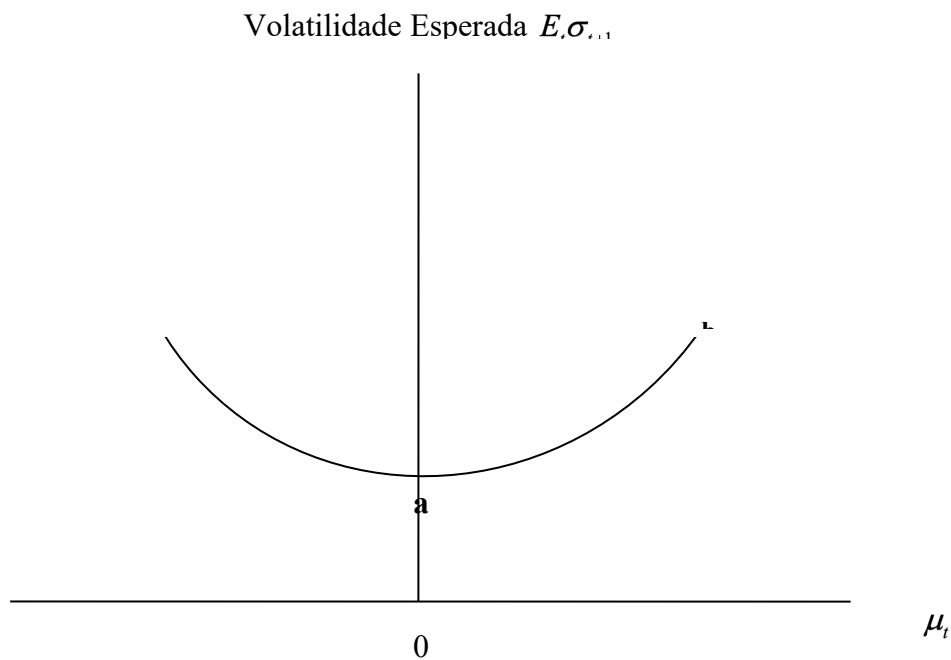
A explicação da variação temporal da rendibilidade dos ativos por parte dos estudiosos deparava-se com dois pressupostos supostamente incompreensíveis quando comparados com a possibilidade de prever a assimetria. Em primeiro lugar os valores das ações na maioria dos eventos não evidenciavam corretamente os riscos calculáveis, particularmente quando estes relatavam más notícias e, em segundo os padrões de rendibilidade predispunham a reverter de forma mais rápida após as más notícias tais como descidas de preços do que após as boas notícias. Este fenómeno foi então descrito como efeito alavanca.

Na Figura 2.1, A o efeito alavanca encontra-se evidenciado. A nova informação é medida pelo parâmetro  $\mu_t$ . Se  $\mu_t = 0$ , a volatilidade esperada  $E_t \sigma_{t+1}$  é igual a  $\bar{a}0$ . Qualquer informação adicional aumenta o nível de volatilidade, porém, se uma nova notícia for má o impacto na volatilidade, dado pela curva  $\hat{ac}$ , será superior do que se a notícia for boa, cujo efeito é dado por  $\hat{ab}$ .



**Figura 1 - Efeito Alavanca**

As evidências financeiras têm apresentado, que a grande maioria dos modelos, de que são exemplos o *CAPM – Capital Asset Pricing Model* ou, o modelo de Black-Scholes, apresentam na sua formulação distribuições normais em que a característica dominante é a simetria. De outro modo, o desvio-padrão (segundo momento), medida tradicionalmente utilizada para medir a volatilidade é, de igual forma, uma medida simétrica onde o efeito dos choques positivos e negativos é calculado de forma indiferenciada, como se pode analisar pela Figura 2.2.



**Figura 2 – O Efeito Simétrico**

Evidenciando-se assim o desacordo entre as teorias financeiras e as evidências empíricas.

Podemos então assumir que a mensuração da assimetria da volatilidade dos ativos financeiros teóricos nos últimos anos se tornou num tema essencial na literatura financeira.

O efeito assimétrico numa distribuição e rendibilidades, como medida de risco, tem uma relevância fundamental para os investigadores como meio de obtenção da natureza própria volatilidade. Como tal o efeito alavanca assume um protagonismo fundamental no estudo dos modelos que possibilitam compreender o efeito assimétrico na volatilidade como é o caso do modelo EGARCH.

Contrariamente à assimetria negativa geralmente associada aos mercados financeiros, o ouro, que é tido como ativo de refúgio, apresenta sistematicamente uma assimetria positiva, uma vez que as boas notícias têm maior impacto na volatilidade do que as más (Baur, 2012; Todorova, 2017). Este fenómeno deve-se ao facto do ouro não ser influenciado pela assimetria

negativa dos mercados e é então utilizado para cobrir o risco visto que apresenta este comportamento inverso.

### 3. METODOLOGIA

O modelo econométrico que será utilizado no estudo é o modelo EGARCH (*Exponential Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity*). Este modelo é escolhido porque permite distinguir os efeitos assimétricos das boas e das más notícias no comportamento da volatilidade dos mercados financeiros.

O EGARCH é uma extensão do modelo GARCH (*Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity*) que incorpora a possibilidade de assimetrias na volatilidade. Em muitos mercados financeiros, observa-se que as más notícias (como uma queda acentuada no mercado de ações) tendem a aumentar a volatilidade mais do que boas notícias (como um aumento equivalente no mercado). Esta característica é conhecida como "*leverage effect*" ou efeito de alavancagem.

No modelo EGARCH, a volatilidade condicional é modelada de forma exponencial, o que garante que as previsões da volatilidade sejam sempre positivas, sem a necessidade de impor restrições nos parâmetros do modelo. Este é um dos principais benefícios do EGARCH em comparação com outros modelos de volatilidade, pois evita problemas de valores negativos para a variância, que são economicamente inviáveis.

#### 3.1. MODELO DE ASSIMETRIA EGARCH

O modelo EGARCH (*Exponential Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity Model*) expressa-se seguinte equação da variância condicionada,  $\sigma_t^2$  :

$$\ln(\sigma_t^2) = \omega + \sum_{i=1}^q \alpha_i \frac{|\varepsilon_{t-i}|}{\sigma_{t-i}} + \sum_{i=1}^q \gamma_i \frac{\varepsilon_{t-i}}{\sigma_{t-i}} + \sum_{j=1}^p \beta_j \ln \sigma_{t-j}^2. \quad (2)$$

Onde:

- $\sigma_t^2$  é a variância condicional no tempo t
- $\omega$  representa a constante
- $\alpha$  captura a resposta da volatilidade a choques passados
- $\beta$  captura o efeito persistente da volatilidade
- $\gamma$  captura o efeito assimétrico das boas e más notícias
- $\epsilon_{t-1}$  são os resíduos do modelo no tempo t-1

Como o efeito assimétrico é capturado pelo parâmetro  $\gamma$ , se  $\gamma < 0$  existe assimetria negativa, ou seja, as más notícias têm um maior impacto na volatilidade do que as boas notícias, enquanto  $\gamma > 0$  corresponde a assimetria positiva. Se  $\gamma = 0$  não existe evidência de assimetria.

Dado que estamos a modelar  $\ln(\sigma_t^2)$  não é necessário impor restrições de não negatividade aos parâmetros do modelo.

Em resumo, o modelo EGARCH é uma escolha poderosa e flexível para delinear sucessões temporais financeiras, onde a volatilidade é influenciada de maneira diferente por boas e más notícias. A utilização deste modelo permitirá uma compreensão mais profunda e precisa da dinâmica de volatilidade nos dados analisados.

## 4. ESTUDO EMPÍRICO

### 4.1 DADOS

Para este estudo, foram analisadas as cotações diárias do ouro e do S&P 500 no período compreendido entre 2 de janeiro de 2018 e 19 de abril de 2024, totalizando 1640 observações.

Com base na seguinte equação:

$$R_t = [\ln(P_t) - \ln(P_{t-1})], \quad (3)$$

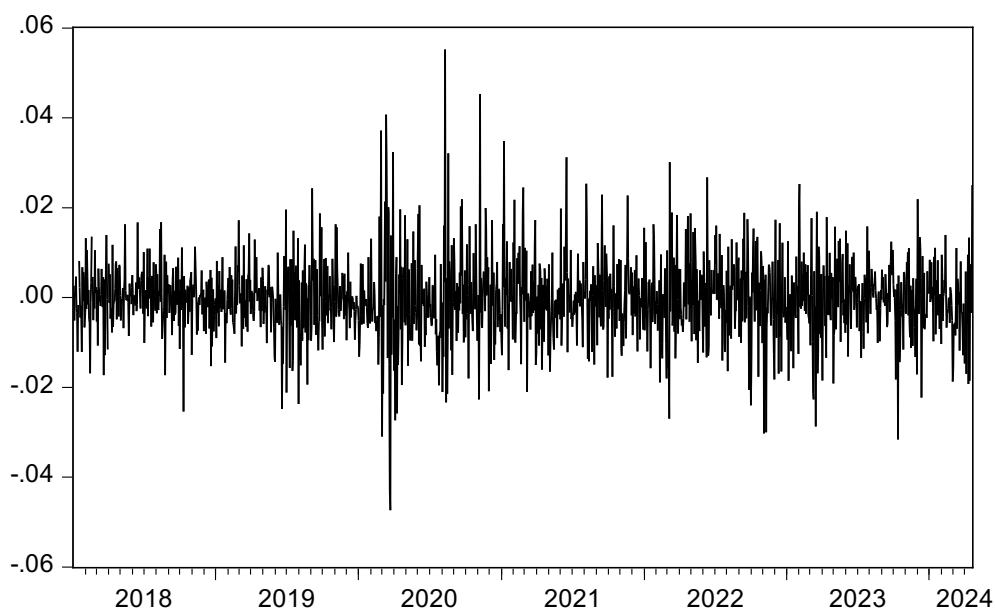
calculam-se as rendibilidades diárias dos índices onde  $P_t$  e  $P_{t-1}$  são os preços de cada um dos índices nos momentos  $t$  e  $t-1$ , respetivamente. Toda a análise deste trabalho incidirá sobre as rendibilidades e não sobre os preços originais, visto que as rendibilidades são estacionárias, o que é um pressuposto dos modelos a serem analisados.



**Figura 3** - Cotações do ouro no período de 2 de janeiro de 2018 e 19 de abril de 2024

No período compreendido entre 2 de janeiro de 2018 e 19 de abril de 2024, as cotações do ouro exibiram uma trajetória geral ascendente até 2020. Esta tendência ascendente pode ser atribuída a diversos fatores económicos e geopolíticos, como a incerteza global, políticas monetárias expansionistas e uma maior procura por ativos de refúgio devido ao aumento das tensões internacionais.

A partir de 2020, observou-se uma mudança significativa no comportamento dos preços do ouro, com oscilações de maior amplitude. Isto pode ser verificado no gráfico das rendibilidades do ouro (Figura 4), onde se observam mudanças significativas no comportamento do mercado durante e após o início da pandemia de COVID-19. A pandemia provocou uma disrupção económica global, resultando em elevada volatilidade nos mercados financeiros.



**Figura 4** - Rendibilidades do índice ouro no período de 2 de janeiro de 2018 e 19 de abril de 2024

A Figura 4 ilustra as rendibilidades do índice do ouro para o mesmo período. Notam-se claramente os *clusters* de volatilidade: antes de 2020, os *clusters* exibem menor volatilidade, enquanto a partir de 2020, devido ao impacto económico global da pandemia de COVID-19, observa-se uma volatilidade significativamente maior. Os picos de volatilidade ocorrem aproximadamente ao mesmo tempo que as variações nos preços do ouro.

O aumento da volatilidade pós-2020 pode ser explicado pela incerteza económica global gerada pela pandemia de COVID-19, que afetou fortemente os mercados financeiros. Durante períodos de crise, os investidores tendem a procurar ativos de refúgio, como o ouro, resultando em maiores oscilações de preço e rendibilidade. A pandemia trouxe consigo uma série de desafios, tais como:

- **Interrupções nas cadeias de abastecimento:** As medidas de confinamento e restrições de mobilidade afetaram a produção e distribuição global de bens e serviços, causando incertezas sobre a oferta e a procura.
- **Políticas monetárias e fiscais expansionistas:** Bancos centrais ao redor do mundo responderam à crise com políticas monetárias agressivas, incluindo a redução das taxas de juro e programas de compra de ativos. Governos também implementaram pacotes de estímulo fiscal sem precedentes para mitigar os impactos económicos da pandemia.
- **Aumento do endividamento:** As medidas de estímulo levaram a um aumento significativo do endividamento público e privado, gerando preocupações sobre a sustentabilidade das dívidas a longo prazo.
- **Flutuações nos mercados financeiros:** A elevada incerteza económica levou a flutuações acentuadas nos mercados de ações, obrigações e outros ativos financeiros, aumentando a procura por ouro como um ativo de refúgio.

A análise da volatilidade do ouro no contexto da conjuntura internacional revela que, em tempos de crise global, como a pandemia de COVID-19, o ouro desempenha um papel crucial como ativo de refúgio. Além da pandemia, outros fatores geopolíticos contribuíram para a volatilidade:

- **Tensões comerciais e geopolíticas:** Conflitos comerciais, especialmente entre grandes economias como os Estados Unidos e a China, aumentaram a incerteza global.
- **Instabilidade política:** Eventos como o *Brexit*, mudanças de governo em grandes economias e conflitos regionais adicionaram camadas de incerteza, incentivando a procura por ouro.
- **Riscos inflacionários:** As políticas monetárias e fiscais expansionistas aumentaram as expectativas inflacionárias, fazendo do ouro uma proteção contra a desvalorização das moedas fiduciárias.

Desta forma, o comportamento das cotações do ouro no período analisado reflete a sua natureza como ativo de refúgio em tempos de incerteza e crise. A trajetória ascendente até 2020 e a subsequente volatilidade acentuada pós-2020 ilustram como eventos globais impactam diretamente os mercados financeiros e a procura por ativos seguros como o ouro

Na tabela 1 apresentam-se as estatísticas descritivas para as rendibilidades do ouro no período considerado. Estas estatísticas são essenciais para entender a distribuição e a volatilidade das rendibilidades do ouro, proporcionando uma base sólida para a modelagem econométrica subsequente.

**Tabela 1 – Estatísticas descritivas das rendibilidades do ouro**

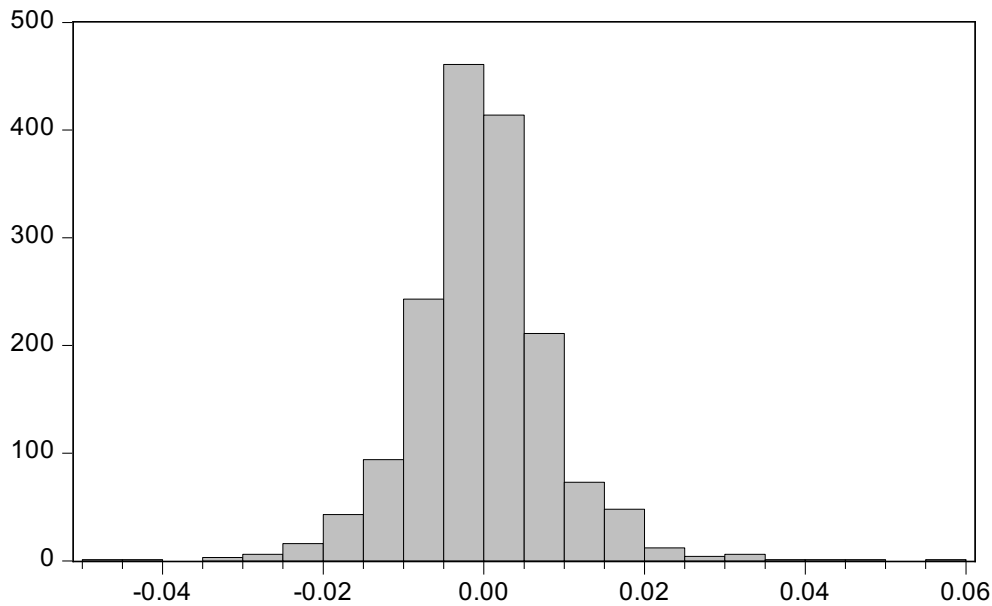
<b>Estatísticas Descritivas</b>	<b>Rend. ouro</b>
Média	-0,0003
Desvio-padrão	0,0087
Assimetria	<b>0,2626</b>
Curtose	6,5555
Teste J-B	882,71 **

**Notas:** Teste J-B representa o teste de Jarque-Bera.

\*\* Denota um nível de significância de 1%

Verifica-se que a média é negativa e muito pequena quando comparada com o desvio-padrão. Esta última estatística também é baixa evidenciando a baixa volatilidade deste ativo. Os resultados evidenciam ainda uma assimetria positiva que revela que há mais rendibilidades positivas do que negativas para este ativo e a curtose é superior a 3, indicando uma distribuição leptocúrtica. Através do teste de Jarque-Bera (J-B) rejeita-se que as rendibilidades do ouro seguem uma distribuição normal.

Na figura 5 apresenta-se o histograma das rendibilidades deste ativo permitindo confirmar graficamente a não normalidade da sua distribuição.



**Figura 5** - Histograma das rendibilidades do ouro no período de 2 de janeiro de 2018 e 19 de abril de 2024

#### 4.2. ESTIMAÇÃO DO MODELO EGARCH

Antes de proceder à estimação dos modelos econométricos, é crucial verificar alguns pressupostos fundamentais para garantir a fiabilidade e validade dos resultados. Estes pressupostos asseguram que as propriedades estatísticas da série temporal analisada são apropriadas para a modelagem proposta. Os principais pressupostos a serem considerados são: 1) estacionaridade, 2) inexistência de autocorrelação e 3) heterocedasticidade (teste ARCH-LM).

A estacionaridade é uma propriedade essencial para a análise de séries temporais, indicando que as suas estatísticas (média, variância, autocorrelação, etc.) são constantes ao longo do tempo. Uma série estacionária não exhibe tendências persistentes nem variações sazonais significativas. Verificar a estacionaridade garante que os resultados do modelo não são distorcidos por tendências ou sazonalidades espúrias.

Testes de Estacionaridade:

- **Teste ADF (Augmented Dickey-Fuller):** Avalia a presença de raiz unitária na série. Se a hipótese nula ( $H_0$ ) de raiz unitária for rejeitada, conclui-se que a série é estacionária.

- **Teste KPSS (Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin):** Complementa o teste ADF, verificando se a hipótese nula de estacionaridade pode ser rejeitada. A aceitação da hipótese nula indica estacionaridade.

A autocorrelação refere-se à correlação entre valores de uma série temporal em diferentes lags (intervalos de tempo). A inexistência de autocorrelação nos resíduos do modelo é um pressuposto importante para garantir que os resíduos são independentes e não influenciam uns aos outros ao longo do tempo.

Teste de Autocorrelação:

- **Teste de Breusch-Godfrey (BG):** Este teste verifica a presença de autocorrelação nos resíduos do modelo. A hipótese nula ( $H_0$ ) é de que não há autocorrelação. Se a hipótese nula não for rejeitada, conclui-se que os resíduos são independentes.

A heterocedasticidade refere-se à variância dos resíduos que varia ao longo do tempo. Nos modelos de séries temporais, a presença de heterocedasticidade indica que a volatilidade dos retornos não é constante, o que é comum em dados financeiros. Modelos como o EGARCH são especificamente desenhados para lidar com heterocedasticidade ao modelar a variância condicional.

Teste de Heterocedasticidade:

- **Teste ARCH-LM (Lagrange Multiplier):** Verifica a presença de heterocedasticidade nos resíduos. A hipótese nula ( $H_0$ ) é de que não há heterocedasticidade. A rejeição da hipótese nula sugere a presença de heterocedasticidade, justificando o uso de modelos GARCH ou EGARCH.

Processo de verificação dos pressupostos:

- **Estacionaridade:** Aplicam-se os testes ADF e KPSS às rendibilidades da série. A rejeição da hipótese de raiz unitária no teste ADF e a aceitação da hipótese nula no teste KPSS confirmam a estacionaridade.
- **Autocorrelação:** Utiliza-se o teste de Breusch-Godfrey (BG) para os resíduos. Se a hipótese nula não for rejeitada, conclui-se que não há autocorrelação significativa.

- **Heterocedasticidade:** O teste ARCH-LM é aplicado para verificar a variância dos resíduos. A presença de heterocedasticidade justifica o uso do modelo EGARCH para capturar a variância condicional.

Verificar e confirmar esses pressupostos é essencial para garantir que o modelo EGARCH aplicado será capaz de produzir resultados precisos e confiáveis, permitindo uma análise robusta da volatilidade das rendibilidades e dos efeitos assimétricos das boas e más notícias no mercado.

### Testes de Estacionariedade

Os testes de estacionariedade realizados incluem o teste ADF (Augmented Dickey-Fuller) e o teste KPSS (Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin). Os resultados apresentados na Tabela 2 indicam que a série de rendibilidades do ouro é estacionária.

**Tabela 2 -  
Testes de estacionariedade das rendibilidades do ouro**

Teste de estacionariedade	ADF		KPSS
Rendibilidades do ouro	-39,2310	**	0.083759

**Notas:** ADF significa Augmented Dickey-Fuller e KPSS representa Kwiatkowski, Phillips, Schmidt e Shin valores críticos de Mackinon (1996) (colocar na bibliografia este autor) para a constante e tendência -3.960241 (1%) e -3.410883 (5%); número de *lags* em ambos os casos: 0. Valores críticos do teste KPSS para a constante e tendência 0,216 (1%) e 0,146 (5%).

\*\* Denota um nível de significância de 1%.

### TESTE ADF: $H_0$ : a série é não estacionária

Aqui testa-se a hipótese nula de a série ser não estacionária, i.e., ter raízes unitárias. A hipótese nula ( $H_0$  é, portanto, a de que a série é não estacionária). Como os valores dos testes são estatisticamente significativos a um nível de significância de 1% significa que o teste é

rejeitado (por que só há 1% de probabilidade de ser não estacionária, então pode-se concluir que a série é estacionária)

### **TESTE KPSS: $H_0$ : a série é estacionária**

Para confirmar estes resultados aplica-se ainda outro teste de estacionariedade – KPSS (se os dois testes derem os mesmos resultados então podemos concluir com segurança que a série é estacionária). Ora neste teste a hipótese é o contrário, i.e.,  $H_0$ : a série é estacionária. Portanto aqui se aceitarmos  $H_0$  isto vem confirmar os resultados do teste anterior (ADF).

**Conclusão:** como as séries são estacionárias não há problema em aplicar os modelos. Porém, temos ainda de verificar ainda as hipóteses da inexistência de autocorrelação e da ausência de heterocedasticidade condicionada.

### **Testes de Autocorrelação**

Para testar a autocorrelação nas rendibilidades do ouro, foi aplicado o teste de Breusch-Godfrey (BG). Este teste avalia a hipótese nula ( $H_0$ ) de inexistência de autocorrelação nos resíduos da série temporal. Os resultados são apresentados na Tabela abaixo:

**Tabela 3 -  
Resultados do teste de autocorrelação  
das rendibilidades do ouro**

Teste de autocorrelação	BG
Rendibilidades do ouro	1,2518

**Notas:** BG significa teste de Breusch-Godfrey

\*\* Denota um nível de significância de 1%.

Os resultados indicam que não se rejeita a hipótese nula de inexistência de autocorrelação, pois o valor estatístico do teste BG (1,2518) não é estatisticamente significativo a um nível de significância de 1% ou 5%. Isso implica que a probabilidade de não haver autocorrelação é maior que os níveis de significância comuns, ou seja, 1% e 5%.

Para reforçar a conclusão do teste BG, foi também analisado o correlograma das rendibilidades do ouro. O correlograma é uma representação gráfica das autocorrelações (ACF) e das autocorrelações parciais (PACF) da série em diferentes *lags*. A análise do correlograma (Tabela 4) confirma os resultados do teste BG, uma vez que as probabilidades associadas às autocorrelações são, em sua maioria, superiores a 1% e 5%, indicando ausência de autocorrelação estatisticamente significativa.

Desta forma, ambos os métodos — o teste BG e o correlograma — corroboram a conclusão de que não há evidência de autocorrelação nas rendibilidades do ouro. Esta ausência de autocorrelação é um pressuposto importante para a estimação do modelo EGARCH, garantindo que os resíduos da série são independentes e distribuídos aleatoriamente no tempo.

**Tabela 4 – Correlograma das rendibilidades do ouro**

Autocorrelation		Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob	
				1	0.026	0.026	1.1274	0.288
				2	-0.021	-0.022	1.8422	0.398
				3	0.007	0.008	1.9149	0.590
				4	-0.007	-0.008	1.9976	0.736
				5	-0.041	-0.041	4.8335	0.437
				6	-0.026	-0.024	5.9125	0.433
				7	-0.046	-0.046	9.3794	0.227
				8	0.026	0.028	10.523	0.230
				9	0.025	0.021	11.550	0.240
				10	-0.031	-0.033	13.158	0.215
				11	-0.009	-0.010	13.306	0.274
				12	-0.006	-0.011	13.360	0.343
				13	0.066	0.067	20.490	0.084
				14	0.040	0.037	23.098	0.059
				15	-0.019	-0.018	23.694	0.070
				16	-0.036	-0.036	25.820	0.057
				17	-0.020	-0.025	26.490	0.066
				18	-0.038	-0.033	28.935	0.049
				19	-0.003	0.006	28.955	0.067
				20	-0.050	-0.046	33.155	0.032
				21	0.010	0.009	33.339	0.043
				22	0.044	0.030	36.547	0.027
				23	-0.016	-0.020	36.948	0.033
				24	-0.016	-0.012	37.381	0.040
				25	0.005	0.001	37.427	0.053

				26	0.004	-0.001	37.450	0.068
				27	-0.009	-0.015	37.571	0.085
				28	0.035	0.037	39.627	0.071
				29	0.016	0.022	40.044	0.083
				30	0.022	0.021	40.889	0.089
				31	-0.001	0.001	40.892	0.110
				32	0.001	0.005	40.893	0.135
				33	0.025	0.031	41.902	0.138
				34	0.011	0.011	42.104	0.160
				35	-0.007	-0.009	42.177	0.188
				36	-0.013	-0.017	42.445	0.213

### Teste de heterocedasticidade condicionada

Finalmente vai testar-se se há heterocedasticidade pois já que os modelos ARCH são heterocedásticos só faz sentido usá-los se a série dos dados tiver heterocedasticidade.

Utilizou-se o teste ARCH-LM de Engle (1982), em que  $H_0$  significa que não há heterocedasticidade condicionada, e obtiveram-se os resultados da tabela abaixo.

**Tabela 5 – Resultados do teste ARCH-LM**

	Teste ARCH-LM
Rendibilidades do ouro	23,71365**

**Notas:** Para calcular o valor do teste utilizaram-se dez defasamentos.

\*\* Denota um nível de significância de 1%

De acordo com o teste como os valores são estatisticamente significativos a um nível de 1% rejeita-se  $H_0$  de que não há heterocedasticidade e, portanto, há heterocedasticidade.

Para confirmar este resultado usa-se também o teste de McLeod e Li (1983) ao quadrado dos resíduos cujos resultados são apresentados no correlograma abaixo.

**Tabela 6 - Correlograma do quadrado os resíduos (erros)**

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.119	0.119	23.354	0.000
		2	0.172	0.160	72.003	0.000
		3	0.068	0.033	79.573	0.000
		4	0.109	0.075	99.107	0.000
		5	0.122	0.093	123.78	0.000
		6	0.140	0.095	155.86	0.000
		7	0.168	0.117	202.14	0.000
		8	0.101	0.035	218.90	0.000
		9	0.106	0.039	237.56	0.000
		10	0.081	0.023	248.41	0.000
		11	0.040	-0.029	251.08	0.000
		12	0.079	0.021	261.44	0.000
		13	0.095	0.042	276.34	0.000
		14	0.058	-0.010	281.92	0.000
		15	0.062	0.006	288.30	0.000
		16	0.084	0.042	300.05	0.000
		17	0.071	0.024	308.39	0.000
		18	0.016	-0.036	308.82	0.000
		19	0.037	-0.008	311.09	0.000
		20	0.035	0.001	313.18	0.000
		21	0.015	-0.025	313.54	0.000
		22	0.068	0.034	321.27	0.000
		23	-0.007	-0.043	321.34	0.000
		24	0.011	-0.020	321.54	0.000
		25	0.002	-0.007	321.55	0.000
		26	0.017	-0.001	322.02	0.000
		27	0.016	0.008	322.43	0.000
		28	0.011	0.000	322.62	0.000
		29	0.046	0.030	326.11	0.000
		30	-0.001	-0.007	326.11	0.000
		31	0.023	0.014	326.98	0.000
		32	-0.001	-0.008	326.98	0.000
		33	0.015	0.006	327.36	0.000
		34	0.018	0.011	327.91	0.000
		35	0.043	0.031	330.95	0.000
		36	0.003	-0.014	330.96	0.000

Como se vê todos os valores são estatisticamente significativos então rejeita-se  $H_0$ .

Conclusão: há heterocedasticidade o que justifica a utilização de modelos ARCH.

Em seguida estima-se o modelo EGARCH cujos resultados se apresentam na tabela 7

Optou-se pela distribuição *t* de *Student* para estimar o modelo pois há evidencia de que os dados seguem uma distribuição com *fat tails* como anteriormente demonstrado.

**Tabela 7 -  
Estimativas do modelo  
EGARCH (1,1)**

$\hat{\omega}$	0,021	**
$\hat{\alpha}$	0,034	
$\hat{\beta}$	0,9657	**
$\hat{\gamma}$	0,034	**
<i>t-Student</i>	6,2736	**

**Notas:** \*\* significativo a 1%.

\* significativo a 5%

**Comentários:** Todos os coeficientes são estatisticamente significativos a 1 ou 5% (diferentes de zero), exceto o  $\hat{\alpha}$ . A significância estatística da distribuição *t Student* significa que esta é adequada para capturar o comportamento estatístico das rendibilidades do ouro. Verifica-se que  $\hat{\alpha} + \hat{\beta} \approx 1$  o que indicia que existe memória longa nas rendibilidades o ouro. O coeficiente  $\hat{\gamma}$  positivo indica que a assimetria na volatilidade do ouro é positiva confirmando os efeitos de *hedge/ safe-haven* deste ativo. De facto, enquanto a generalidade dos ativos evidencia um efeito assimétrico negativo, i.e., choques negativos no mercado têm maior impacto na volatilidade do que choques positivos, no caso do ouro como é um ativo e refúgio verifica-se a situação contrária de assimetria positiva em que as boas notícias impactam mais a volatilidade deste ativo do que as más. Sendo imune às más notícias confirma-se o seu efeito de *hedge/ safe-haven*.

Para verificar se os modelos acima descritos capturaram os efeitos ARCH apresentam-se de seguida os resultados do teste ARCH-LM aos resíduos bem como o correlograma do quadrado dos resíduos.

**Tabela 8** - Teste ARCH-LM aos resíduos do modelo EGARCH (1,1)

---

Teste ARCH-LM
0,3967

---

**Notas:** Para calcular o valor do teste utilizaram-se 20 defasamentos. \*\* Denota um nível de significância de 1%

Como não se rejeita a Hipótese nula de inexistência de heterocedasticidade então conclui-se pela inexistência deste fenómeno e, portanto, este modelo conseguiu capturar este fenómeno, justificando-se por isso a sua necessidade para modelar os dados.

## 5. CONCLUSÃO

Esta pesquisa teve como objetivo principal analisar a volatilidade nos mercados de ouro e no índice S&P 500 em resposta a eventos económicos e geopolíticos, utilizando o modelo EGARCH para capturar as dinâmicas de volatilidade. Através de uma robusta análise econométrica, que incluiu testes de raiz unitária, autocorrelação e heterocedasticidade, foram identificadas as características temporais e a intensidade das flutuações de preços desses ativos em resposta a notícias e eventos globais.

Os resultados obtidos confirmam que tanto o ouro quanto o índice S&P 500 exibem comportamentos voláteis significativos em períodos de elevada incerteza, destacando o papel do ouro como um ativo de refúgio durante crises. A análise empírica demonstrou que as variações nos preços do ouro e do S&P 500 são influenciadas de forma distinta por diferentes tipos de eventos, com o modelo EGARCH a revelar padrões de assimetria na volatilidade, especialmente em resposta a choques negativos.

A revisão de literatura forneceu um contexto abrangente, integrando estudos anteriores e oferecendo uma base teórica sólida para a interpretação dos resultados. Este trabalho não só contribuiu para a compreensão das respostas dos mercados a eventos económicos e geopolíticos, mas também demonstrou a eficácia dos modelos econométricos avançados na captura dessas dinâmicas complexas. Adicionalmente, a comparação entre a volatilidade do ouro e do S&P 500 em diferentes cenários evidenciou a complexidade e a interdependência dos mercados financeiros globais.

A investigação revelou que a volatilidade do ouro tende a aumentar significativamente em períodos de crise, confirmando a sua reputação como ativo de refúgio. Por outro lado, o índice S&P 500, representativo do mercado de ações, mostrou-se sensível a uma ampla gama de eventos económicos e políticos, refletindo a sua natureza mais diversificada e a influência de múltiplos fatores macroeconómicos. A assimetria na resposta dos mercados a choques positivos e negativos, capturada pelo modelo EGARCH, sublinha a importância de uma análise detalhada e diferenciada das fontes de volatilidade.

Em conclusão, esta tese reforça a importância da análise de volatilidade para investidores e empresas, sugerindo que a monitorização contínua e a modelagem adequada da

volatilidade são cruciais para a gestão de riscos e a tomada de decisões informadas. O estudo abre portas para futuras investigações que possam explorar outras dimensões da volatilidade e expandir o uso de modelos econométricos em diferentes contextos de mercado.

Esta pesquisa teve como objetivo principal analisar a volatilidade nos mercados de ouro e no índice S&P 500 em resposta a eventos económicos e geopolíticos, utilizando o modelo EGARCH para capturar as dinâmicas de volatilidade. Através de uma robusta análise econométrica, que incluiu testes de raiz unitária, autocorrelação e heterocedasticidade, foram identificadas as características temporais e a intensidade das flutuações de preços desses ativos em resposta a notícias e eventos globais.

Os resultados obtidos confirmam que tanto o ouro quanto o índice S&P 500 exibem comportamentos voláteis significativos em períodos de elevada incerteza, destacando o papel do ouro como um ativo de refúgio durante crises. A análise empírica demonstrou que as variações nos preços do ouro e do S&P 500 são influenciadas de forma distinta por diferentes tipos de eventos, com o modelo EGARCH a revelar padrões de assimetria na volatilidade, especialmente em resposta a choques negativos.

A revisão de literatura forneceu um contexto abrangente, integrando estudos anteriores e oferecendo uma base teórica sólida para a interpretação dos resultados. Este trabalho não só contribuiu para a compreensão das respostas dos mercados a eventos económicos e geopolíticos, mas também demonstrou a eficácia dos modelos econométricos avançados na captura dessas dinâmicas complexas. Adicionalmente, a comparação entre a volatilidade do ouro e do S&P 500 em diferentes cenários evidenciou a complexidade e a interdependência dos mercados financeiros globais.

A investigação revelou que a volatilidade do ouro tende a aumentar significativamente em períodos de crise, confirmando a sua reputação como ativo de refúgio. Por outro lado, o índice S&P 500, representativo do mercado de ações, mostrou-se sensível a uma ampla gama de eventos económicos e políticos, refletindo a sua natureza mais diversificada e a influência de múltiplos fatores macroeconómicos. A assimetria na resposta dos mercados a choques positivos e negativos, capturada pelo modelo EGARCH, sublinha a importância de uma análise detalhada e diferenciada das fontes de volatilidade.

Em conclusão, esta tese reforça a importância da análise de volatilidade para investidores e empresas, sugerindo que a monitorização contínua e a modelagem adequada da

volatilidade são cruciais para a gestão de riscos e a tomada de decisões informadas. O estudo abre portas para futuras investigações que possam explorar outras dimensões da volatilidade e expandir o uso de modelos econométricos em diferentes contextos de mercado.

## 5.1. IMPLICAÇÕES PRÁTICAS

Os resultados desta tese apresentam várias implicações práticas para investidores, gestores de carteiras e formuladores de políticas:

- **Gestão de carteiras:** A inclusão de ouro em carteiras de investimento pode fornecer proteção contra a volatilidade e as perdas associadas a crises económicas e políticas. A análise da assimetria dos ativos ajuda a otimizar a alocação de ativos, melhorando a resiliência da carteira.
- **Políticas monetárias:** Compreender a relação entre as políticas monetárias e a procura por ouro pode auxiliar os formuladores de políticas a prever movimentos no mercado e a implementar medidas para estabilizar as economias em tempos de crise.
- **Investidores individuais:** Para os investidores individuais, o estudo fornece uma base sólida para considerar o ouro como uma parte estratégica de seus investimentos, especialmente em períodos de elevada incerteza.

## 5.2. LIMITAÇÕES E SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

Embora esta tese tenha fornecido insights valiosos sobre o comportamento do ouro e a assimetria dos ativos, algumas limitações devem ser reconhecidas:

- **Período de análise limitado:** A análise focou-se principalmente no período marcado pela pandemia de COVID-19, podendo ser interessante expandir a investigação para períodos mais longos e diferentes crises económicas.
- **Modelos alternativos:** Embora o modelo EGARCH tenha se mostrado eficaz, explorar outros modelos econométricos pode fornecer uma compreensão mais abrangente da volatilidade e dos impactos assimétricos.

- **Outros ativos de refúgio:** Futuras pesquisas poderiam comparar o ouro com outros ativos de refúgio, como prata, títulos de dívida pública, “*green bonds*” e criptomoedas, para avaliar a eficácia relativa em diferentes contextos de crise.
- **Variáveis macroeconómicas:** Investigações futuras poderiam também considerar a influência de variáveis macroeconómicas específicas, como taxas de juros, inflação e políticas fiscais, na volatilidade e na rendibilidade do ouro.
- **Mercados regionais e políticas locais:** Estudos futuros podem examinar o papel do ouro em diferentes mercados regionais e o impacto das políticas monetárias locais na sua eficácia como ativo de refúgio.
- **Combinação de ativos de refúgio:** Pesquisas poderiam explorar a combinação de ouro com outros ativos de refúgio para otimizar a proteção de carteiras diversificadas durante crises económicas globais.

Além dessas sugestões, algumas hipóteses específicas podem ser propostas para futuras investigações:

- **Impacto de crises geopolíticas no ouro:** Analisar como crises geopolíticas específicas, distintas da pandemia de COVID-19, afetam a volatilidade e a rendibilidade do ouro.
- **Influência de políticas ambientais:** Estudar a influência de políticas ambientais e a transição para energias renováveis na procura e na volatilidade do ouro.
- **Comportamento do ouro em economias emergentes:** Investigar como o ouro funciona como ativo de refúgio em economias emergentes, comparando com economias desenvolvidas.
- **Ouro e moedas digitais:** Avaliar a relação entre o ouro e as moedas digitais, como Bitcoin, durante períodos de crise, para entender melhor a dinâmica entre ativos tradicionais e emergentes.

### 5.3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em suma, esta tese contribui significativamente para a compreensão do papel do ouro como ativo de refúgio e a importância da assimetria dos ativos no contexto dos mercados financeiros. As descobertas realçam a necessidade de estratégias de gestão de risco robustas e

informadas, que considerem a dinâmica complexa dos mercados globais e a resposta dos investidores a eventos económicos e políticos adversos. As conclusões aqui apresentadas fornecem uma base sólida para futuras investigações e práticas de investimento, salientando a relevância do ouro na construção de portfólios resilientes e na mitigação de riscos em ambientes de elevada incerteza. Este estudo, portanto, não só aprofunda o entendimento teórico sobre os mecanismos de proteção financeira, mas também oferece orientações práticas valiosas para enfrentar as incertezas do mercado global.

## 6. REFERÊNCIAS

Informação consultada nos dias 27/09/2022 e 28/09/2022 através de:

<https://repositorio.ipl.pt/handle/10400.21/2613>

<https://repositorio.ipl.pt/handle/10400.21/6529>

<https://repositorio.ipl.pt/handle/10400.21/6560>

<https://repositorio.ipl.pt/handle/10400.21/2425>

<https://repositorio.iscte-iul.pt/handle/10071/21794>

<https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/28428>

<https://www.investopedia.com/gold-price-history-highs-and-lows-7375273>

Baur D.G. (2012) asymmetric volatility in the gold market, *Journal of alternative Investments* 14 (4), 26-38.

Baur, D. G., & Glover, K. J. (2012). The Destruction of a Safe Haven Asset? *Applied Finance Letters*, 1(1), 8- 15.

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

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

Baur, D. G., & McDermott, T. K. (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. *North American Journal of Economics and Finance*, 24, 208-222.

Beckmann, J., Berger, T., & Czudaj, R. (2015). Does gold act as a hedge or a safe haven for stocks? A smooth transition approach. *Economic Modelling*, 48, 16-24.

Black, F., 1976, "Studies of Stock Price Volatility Changes", *Proceedings of the Business and Economics Section of the American Statistical Association*, 177–181.

Bollerslev, T. (1986). *Generalized Autoregressive conditional Heteroscedasticity*. *Journal of econometrics*, 31(3), 307-327.

Bouchaud, J.P. e M. Potters, 2001, More stylized facts of financial markets: leverage effect and downside correlations, *Physica A* 299, 60-70.

Campbell, J.Y., e L. Hentschel, 1992, No news is good news: an asymmetric model of changing volatility in stock returns, *Journal of Financial Economics* 31, 281-318.

Capie, F., Mills, T. C., & Wood, G. (2005). Gold as a hedge against the dollar. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 15, 343-352.

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.

Engle, R. F. (1982). *Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation*. *Econometric*, 50(4), 987-1007.

Engle, R. (2002). Dynamic Conditional Correlation: A Simple Class of Multivariate Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity Models. *Journal of Business & Economic Statistics* Volume, 20(3), 339-350.

French, K.R., G.W. Schwert, e R.F. Stambaugh, 1987, Expected stock returns and volatility, *Journal of Financial Econometrics* 19, 13-29.

Glosten, L.R., R. Jagannathan e D. Runkle, 1993, On the relation between the expected value and the volatility of the nominal excess return on stocks, *Journal of Finance* 48, 1779-1801.

Gürğün, G., & Ünalımsı, İ. (2014). Is gold a safe haven against equity market investments in emerging and developing countries? *Finance Research Letters*, 11, 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, 47-52.

Joy, M. (2011). Gold and the US dollar: Hedge or haven? *Finance Research Letters*, 8, 120-131.

Kendall, M. G. (1953). *The Analysis of economic time series, Part I: Prices*. *Journal of the Royal Statistical Society*, 96, 11-25.

Nam, K., Pyun, C.S. e Avard, S.L., 2001, Asymmetric reverting behavior of short-horizon stock returns: An evidence of stock market overreaction, *Journal of Banking & Finance* 25, 807-824.

Nelson, D.B., 1990, *ARCH* models as diffusion approximations, *Journal of Econometrics* 45, 7-38.

Quivy, R., & Campenhoudt, L. (1998). *Manual de Investigação em Ciências Sociais*. Lisboa: Gradiva.

Reboredo, J. C. (2013). Is gold a hedge or safe haven against oil price movements? *Resources Policy*, 38, 130-137. Reboredo, J. C., & Rivera-Castro, M. A. (2014). Can gold hedge and preserve value when the US dollar depreciates? *Economic Modelling*, 39, 168-173.

Schwert, G.W., 1989, Why does stock market volatility change over time? *Journal of Finance* 44, 1115-1153.

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.

Todorova N. (2017) the asymmetric volatility of the gold market revisited, *Economic Letters* 150, 138-141.

Virginie Coudert & Hélène Raymond-Feingold, 2011, *Gold and financial assets: Are there any safe havens in bear markets?*, *Economics Bulletin, AccessEcon*, vol. 31(2), pages 1613-1622.