

Escola Superior Gestão de Tomar

A utilização do Bitcoin como instrumento de hedge com ativos tradicionais

Dissertação de Mestrado

Pedro António Prudêncio Martins

Mestrado em Gestão

Tomar, outubro 2024



Escola Superior Gestão de Tomar

A utilização do Bitcoin como instrumento de hedge com ativos tradicionais

Dissertação de Mestrado

Pedro António Prudêncio Martins

Orientado por:

Professor Doutor Renato Heitor Correia Domingues , Instituto
Politécnico de Tomar

Professor Doutor Jorge Manuel Marques Simões , Instituto
Politécnico de Tomar

*Dissertação apresentada ao Instituto Politécnico de Tomar para
cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em
Mestrado de Gestão*

Agradecimentos

A realização deste trabalho de investigação foi possível através da orientação realizada pelo Doutor Renato Domingues e o Doutor Jorge Simões que desempenharam um papel muito importante em guiar o caminho deste trabalho, bem como estando sempre disponíveis para auxiliar no que fosse necessário.

Quero aproveitar para agradecer a toda a minha família, em especial aos meus pais que me permitiram chegar até aqui e que sempre me deram todo o apoio que precisei nos meus estudos.

Também quero agradecer as pessoas que conheci no meu percurso académico e aos amigos que sempre me ajudaram.

Resumo

Este trabalho de investigação aborda a relação do *Bitcoin* com os ativos tradicionais como o Ouro, Petróleo e *S&P 500* através dos modelos estatísticos como a matriz de correlação, regressão linear múltipla em séries temporais e regressão quantílica.

Através dos dados obtidos será realizada uma comparação com os resultados analisados por artigos que abordam a importância do *Bitcoin* como alternativa de mitigação de risco em relação a ativos que estão sujeitos a maus desempenhos em momentos de crise e onde o *Bitcoin* não demonstra ter os mesmos resultados negativos nesses períodos.

Ao longo deste trabalho foi possível concluir que uma carteira de investimento diversificada em *Bitcoin* e ativos tradicionais tende a possuir um melhor desempenho de resultados e com um fator de risco reduzido, em relação a um portfólio de investimento tradicional que mantém ativos tradicionais em simultâneo que não demonstram ter boas propriedades de *hedge* entre si.

Palavras-chave: *Bitcoin*, Ouro, *S&P 500*, Sentimento do *Twitter*, Volatilidade

Abstract

This research work addresses the relationship between *Bitcoin* and traditional assets such as Gold, Oil and S&P 500 through statistical models such as correlation matrix, multiple linear regression in time series and quantile regression.

Through the data obtained, a comparison will be made with the results analyzed by articles that address the importance of *Bitcoin* as a risk mitigation alternative in relation to assets that are subject to poor performance in times of crisis and where *Bitcoin* does not demonstrate having the same negative results in these periods.

Throughout this work, it was possible to conclude that a diversified investment portfolio in *Bitcoin* and traditional assets tends to have better results performance and with a reduced risk factor, in relation to a traditional investment portfolio that simultaneously holds traditional assets that do not demonstrate good hedging properties between them.

Keyword: *Bitcoin*, Gold, S&P 500, Twitter sentiment, Volatility

Índice

Agradecimentos	i
Resumo	ii
Abstract.....	iii
Índice de Tabelas	vi
Lista de acrónimos.....	vii
1. Introdução.....	1
2. Revisão de Literatura.....	2
2.1 O Surgimento do <i>Bitcoin</i>	2
2.2 A relação do sentimento com o <i>Bitcoin</i>	5
2.3 A relação da volatilidade do mercado financeiro com o <i>Bitcoin</i>	7
3. Metodologia.....	9
3.1 Introdução às Questões de Investigação	9
3.1.1. Q1- Como o Sentimento do investidor no dólar, afeta a <i>bitcoin</i> ?.....	10
3.1.2. Q2- Como a Volatilidade dos ativos, afeta o <i>bitcoin</i> ?	11
3.1.3. Q3- Como o Bitcoin e ativos tradicionais reagem como proteção contra a inflação?	11
3.1.4. Q4- Como se comportam os modelos estatísticos deste trabalho em relação a outros modelos estatísticos apresentados?	11
4. Descrição das variáveis e dados	11
4.1 Estatísticas descritivas	14
4.2 Matriz de Correlação	17
4.3 Regressão linear múltipla em séries temporais.....	22
4.4 Regressão Quantilica	27
4.5 Análise das diferenças entre os valores apresentados nos diferentes modelos estatísticos.....	33

5. Resposta as Questões de investigação	35
5.1. Resposta à Q1- Como o Sentimento do investidor no dólar, afeta o <i>Bitcoin</i> ? ...	35
5.2. Resposta à Q2- Como a volatilidade dos ativos, afeta o <i>Bitcoin</i> ?	37
5.3. Resposta à Q3- Como o Bitcoin e ativos tradicionais reagem como proteção contra a inflação?.....	39
5.4. Resposta à Q4- Como se comportam os modelos estatísticos deste trabalho em relação a outros modelos estatísticos apresentados?.....	40
6. Conclusão	43
7. Referências Bibliográficas.....	44

Índice de Tabelas

Tabela I - Descrição das variáveis e número de observações.....	16
Tabela II - Coeficiente de correlação de Pearson	18
Tabela III - Matriz de correlação entre as variáveis utilizadas.....	21
Tabela IV - Regressão linear múltipla em séries temporais	26
Tabela V - Modelos de regressão quantilica de 25%	28
Tabela VI - Modelos de Regressão Quantilica de 50%	30
Tabela VII - Modelos de Regressão Quantilica de 75%	32

Lista de acrónimos

BTC- *Bitcoin*

CGCD- Causalidade de Granger condicional na distribuição.

COT- Compromissos dos *Traders*

Cripto- Criptomoeda

DeFi- *Decentralized Finance*

EPU- Índice de incerteza da política económica

EUA – Estados Unidos da América

EUR- Euro

FOMO- Medo de perder oportunidades

FOREX- *Foreign exchange*

GARCH - *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity*

HAR-RV-SI- Multivariado heterogênea autorregressivo para volatilidade realizada com índice de sentimento de notícias.

MIS- Informações modificadas

NBER- *National Bureau of Economic Research*

QQ- Método de quantil e quantil

QR- Regressão quantílica tradicional

QVAR- *Quantile vector autoregression*

TCI- Índice conectividade total

TEU- Sentimento do *Twitter*

TVP-VAR – Modelo autorregressivo de vetores de parâmetros variantes no tempo

USD – Dólar

1. Introdução

O *Bitcoin* foi escolhido como o tema deste trabalho, em base à sua influência e importância para o mercado de criptomoedas e sistema de finanças descentralizadas conhecido como o *DeFi*. onde são utilizados modelos estatísticos que possibilitam, através dos seus dados, a sua comparação com os resultados obtidos a partir de artigos científicos analisados ao longo deste trabalho.

O surgimento do *Bitcoin* foi influenciado pela crise financeira global de 2007, dado que ele foi criado com a proposta de ser uma alternativa ao sistema monetário tradicional pelo facto da sua circulação ocorrer de forma descentralizada das políticas monetárias tradicionais.

O *Bitcoin* ao não depender de uma entidade reguladora centralizada e tendo sido criado com o objetivo de manter a sua proposta inicial inalterada, pretende servir como um recurso escasso onde o seu valor não pode aumentar segundo a vontade de nenhuma entidade ao contrário das moedas correntes.

O objetivo deste trabalho é analisar o *Bitcoin* sobre a perspectiva do sentimento do investidor no dinheiro tradicional, onde para isso será utilizado o *TEUUSA* como representante das moedas tradicionais ao refletir o sentimento do investidor no dólar. Vamos analisar a sua volatilidade em relação a ativos tradicionais como o ouro, petróleo e *S&P 500*, que servem como proteção contra a inflação ou investimento e demonstrar como os seus resultados influenciam o *Bitcoin* e como se diferenciam.

Os dados obtidos através dos modelos estatísticos apresentados neste trabalho de investigação, vão servir como termo de comparação e análise em relação a artigos científicos utilizados como fonte de inspiração para a criação deste trabalho.

Estas temáticas vão servir como base para a elaboração de quatro questões de investigação que refletem a proposta deste trabalho em analisar o *Bitcoin* sobre a ótica de diferentes ativos financeiros bem como a possibilidade de segmentar essas questões de investigação em diferentes capítulos de análise, onde através do conhecimento obtido e analisado por outros autores será possível comprovar uma tendência entre os resultados deste trabalho em conjunto com o conhecimento gerado pelos autores analisados. Os dados deste

trabalho vão ser analisados a partir de uma matriz de correlação, um modelo de correlação linear múltipla em séries temporais e um modelo de regressão quantílica.

2. Revisão de Literatura

2.1 O Surgimento do Bitcoin

Para entender o que é o *Bitcoin*, primeiro é necessário analisar o contexto em que surge. Em 2007 começou uma crise nos *EUA* com o colapso dos mercados de hipotecas, o que segundo Bordo (2008) deu origem ao grande “boom imobiliário”. As causas para isso são discutidas por especialistas até hoje, mas existe um consenso sobre os principais fatores que contribuíram para a bolha especulativa, como grandes mudanças na regulamentação, empréstimos sem garantias da possibilidade de o devedor pagar, taxas baixas de interesse e pouca supervisão. Por causa deste cenário onde empréstimos eram concedidos a indivíduos com um mau histórico de crédito muitos devedores de hipotecas “*subprime*” não conseguiram pagar, tomando novos empréstimos, refinanciando ou acabaram por vender as suas casas, dado que o nível de compradores no mercado era escasso e porque muitos devedores estavam agora numa situação onde as suas casas valiam menos do que o valor dos empréstimos de quando compraram. Isto por sua vez, só alimentou mais o cenário pessimista, o que impulsionou o valor das casas a cair ainda mais. Mesmo neste cenário os especialistas afirmavam que o problema não era tão grave quanto parecia e o dano no mercado financeiro podia ser contido. No entanto eles não poderiam estar mais errados, anos depois o *St. Louis Federal Reserve Bank* estimou que o património líquido das famílias americanas havia caído cerca de US\$ 17 mil biliões, representando um prejuízo de US\$ 70 000 da renda vitalícia de cada americano. Com este cenário de desconfiança dos bancos e sistema financeiro tradicional, foram levantados questionamentos sobre a importância do sistema monetário para uma sociedade e se algo tão importante deve estar sobre o controlo de instituições centralizadas. Foi este o pensamento responsável pela origem daquilo que viria a ser conhecido como *Bitcoin*. (Yang, 2022)

Tudo começou quando Satoshi Nakamoto, um pseudónimo, usado pela pessoa ou pessoas anónima(s), divulgou um artigo em 2008 com o título “*Bitcoin: um sistema de*

dinheiro eletrônico *peer-to-peer*". Para Nakamoto (2008) não é possível realizar transações totalmente irreversíveis, porque as instituições financeiras não podem evitar a mediação de disputas, o que aumenta os custos e tamanho mínimo da transação. A solução oferecida pelo autor, oferece é uma rede baseada em provas criptográficas para efetuar transações eletrônicas sem a necessidade de depender da confiança de ambas partes envolvidas. Através desta rede seria possível realizar transações onde os elementos tradicionais de prestação de contas, ou supervisão, que validam o comércio e a troca, seriam substituídos por um novo sistema sem a necessidade de agentes centralizados que validem essas transações.

Através da “criptografia assimétrica” o remetente (pessoa A) e o destinatário (pessoa B) podem ser identificados com segurança na troca de mensagens criptografadas. Cada parte A e B possui duas chaves de criptografia assimétrica. As chaves de criptografia são únicas e não podem ser duplicadas. Uma das chaves é pública, a outra é privada. Quando A envia uma mensagem criptografada para B, é utilizada uma chave pública de B para criptografar a mensagem e a chave privada de B para descriptografar a mesma, desta forma B é o único que pode ler a mensagem. Ambos têm as suas carteiras nos seus computadores, cada uma com uma chave pública e privada, A chave pública serve como endereço de forma que ambos se comuniquem pelas suas carteiras e enviem *BTC* para a carteira do outro. O processo pelo qual esta comunicação é verificada, passa por um determinado tipo de participante em que a rede *Bitcoin* a cada dez minutos, reúne as transações propostas automaticamente, este processo de transações chama-se “bloco” e os participantes são os “mineradores”. Cada proprietário transfere a moeda assinando digitalmente um *hash* a partir da transação anterior e conseqüentemente a chave pública do seguinte proprietário é adicionado ao final da moeda. O registo oficial de transações de *Bitcoin* verificadas tem aquilo que é chamado de *blockchain*. Ao ser registado no *blockchain*, fica disponível publicamente online. Desta forma, é bastante fácil identificar as carteiras de cada participante da transação, mas como não existe um nome ou algo que possa identificar o utilizador da carteira, a transação é na prática, anônima.

O *Bitcoin* foi projetado sobre alguns parâmetros fixos e imutáveis, um deles é o limite de *Bitcoins* de 21 000 000 *BTC*, este é o valor total de *Bitcoins* que iram existir. Para que este valor seja alcançado é necessário realizar o processo conhecido como “minerar”, isto é realizado com hardware específico que ao resolver um problema matemático computacional complexo antes que outros computadores resolvam ganha o próximo bloco de *Bitcoins*, após

isto acontecer o processo recomeça, não só permite que novas *Bitcoins* sejam postas em circulação como também é a forma como a rede tem de confirmar novas transações. O processo pode ser resumido de forma simplificada como em troca de vários mineradores pelo mundo oferecerem as suas máquinas, energia e tempo para legitimar e monitorar as transações do *Bitcoin*, eles recebem uma recompensa de *Bitcoin* como forma de incentivar as pessoas. (Nakamoto, 2008)

Depois do “paper” do *Bitcoin* ter sido divulgado, foi criada a primeira criptomoeda, o *Bitcoin*, através do lançamento do primeiro *Bitcoin-Client* de código aberto. No início de 2009, foi minerado o primeiro bloco de *Bitcoins*. Inicialmente era possível minerar 50 *BTCs*, a cada dez minutos e tinha uma concorrência baixa, no entanto na atualidade o número que é possível minerar a cada dez minutos é 6,25 *BTCs*, isto deve-se ao fato do código ter estabelecido que o número de *Bitcoins* disponível para minerar é reduzido pela metade a cada quatro anos. Ao mesmo tempo, devido ao número elevado de mineradores, na atualidade, torna-se cada vez mais difícil minerar pois a concorrência é menor. No entanto o preço de cada *Bitcoin* hoje é muito maior do que era há quatro anos e o mesmo se aplica aos quatro anos anteriores a estes, pois o número de *Bitcoins* disponíveis para minerar torna-se mais escasso, como tal a oferta de *Bitcoins* disponíveis fica reduzida o que faz com que a sua procura aumente. Tudo isto foi previsto pelo “criador” do *Bitcoin*. o número de *Bitcoins* minerados a cada dez minutos, sendo a cada quatro anos reduzido pela metade. Nakamoto minerou um valor aproximado de 1 milhão de *Bitcoins*, antes de deixar o *Bitcoin*. Gavin Andresen tornou-se o principal representante e desenvolvedor da *Bitcoin Foundation*. (Li et al., 2021)

Decidir se o *Bitcoin* pode ser considerado uma moeda não é uma questão apenas acadêmica, já que o debate sobre isso extrapola, também, para as próprias organizações governamentais. Nos Estados Unidos, a *Financial Crimes Enforcement Network (FinCen)* define o *Bitcoin* como “um meio de troca que funciona como moeda corrente em alguns ambientes, mas não possui todos os atributos de uma moeda oficial dos EUA.”. Por esse motivo, as *exchanges* que oferecem serviços com *Bitcoin*, são obrigadas a registar-se e cumprir todos os regulamentos exigidos pela agência. No entanto, o *Internal Revenue Service (IRS)* considera o *Bitcoin* como propriedade, desta forma os utilizadores têm de pagar impostos caso um ganho de capital for realizado. (Fletcher et al., 2021)

2.2 A relação do sentimento com o Bitcoin

Ao analisar a literatura financeira, percebemos que existe um debate referente a previsibilidade do retorno e da volatilidade dos ativos. Por um lado, as finanças clássicas focam nos valores fundamentais e no seu impacto na determinação dos preços em mercados eficientes. Já as finanças comportamentais têm como perspectiva o papel das emoções, interesses e humores dos investidores na previsão dos movimentos do mercado financeiro. Através desta abordagem, Shiller (2003), conclui que os investidores podem atuar de forma irracional baseado nas suas emoções e interesses, o que explica anomalias de mercado que as finanças clássicas não conseguem justificar.

Assim, o sentimento do investidor tem sido usado para estudar a precificação de ativos. Existem formas de quantificar esse sentimento, como a taxa para negociar, prêmio de dividendo, desconto de fundos fechados, *IPOs* e o Índice de volatilidade. Com o surgimento de novas tecnologias novas fontes de informação têm sido produzidas, retirando dados de mídias especializadas, redes sociais, mecanismos de busca e índices de mercado de forma a desenvolver mecanismos de predição em relação ao preço do *Bitcoin*, volatilidade e possíveis retornos. (Ishanka & Dias, 2022)

Para Chung et al. (2012), a relação entre o sentimento do investidor e os retornos das ações nos diferentes estados da economia sugere que a formação de crenças errôneas e avaliações incorretas sobre os valores dos ativos, levam a desvios nos preços em relação ao seu valor real.

Foi utilizado o índice de sentimento do investidor de Baker e Wurgler (2003) para analisar o sentimento do investidor. Eles dividem a economia em regimes de expansão e contração, como estabelecidos pelo *NBER (National Bureau of Economic Research)* e também um modelo de troca de Markov como forma de identificar os regimes económicos. A partir dos resultados foi possível observar que em períodos de expansão económica o sentimento do investidor mostra uma alta capacidade de prever os retornos das ações, enquanto que nos períodos de contração essa capacidade é bastante reduzida. (Baker & Wurgler, 2003)

Também foi analisada a relação causal entre a atenção dada ao *Bitcoin*, tendo como parâmetro o número de pesquisas no *Google Trends* e o retorno do *Bitcoin* nesse mesmo

período. Para isto foi usado o *CGCD* (causalidade de Granger condicional na distribuição). A partir desse estudo foi possível obter duas contribuições. A primeira, o foco na relação causal em diferentes quantis (quantis baixo, centro e superior). E segundo, utilizar seis diferentes funções de cópula para conseguir testar a causalidade de Granger tanto na distribuição quanto nos quantis. O que permite obter dados importantes para investidores, reguladores e pesquisadores que tem interesse no mercado de criptomoedas. (Dastgir et al., 2018)

Estudando ainda a teoria das finanças comportamentais, podemos compreender a relação entre as emoções coletivas dos investidores e a volatilidade do *Bitcoin* e como isso influencia as mudanças nos preços das criptomoedas, pois a influência dos fatores comportamentais no mercado financeiro contribui para que essa mesma influência seja exercida sobre o mercado de *Bitcoin*. Estes descobrimentos contribuem para uma maior compreensão das mudanças de preços do *Bitcoin*, o que torna útil para prever a dinâmica futura de preços. (Bourghelle et al., 2022)

Como o preço do *Bitcoin* não é influenciado pela relação entre a oferta e a procura, mas sim pela mineração baseada em algoritmos. A oferta do *Bitcoin* é independente da procura, logo isso torna as mudanças na procura mais relevantes para os preços do *Bitcoin* do que as mudanças da oferta. Nesse caso o volume de negociação utilizado como forma de medir o interesse dos usuários no *Bitcoin*, levando em conta a eficiência do mercado *Bitcoin* em termos de assimetria de volatilidade juntamente com o nível de persistência na volatilidade dos preços. Permite compreender as características específicas do mercado *Bitcoin* de forma a fornecer informações úteis para os investidores, usuários, órgãos reguladores e desenvolvedores. Dado que a volatilidade é utilizada como uma forma de medir o risco no mercado financeiro. Esta serve como reflexo para as informações disponíveis no mercado, pois a mudança no preço é causada por perspectivas de valor futuro dos investidores e pelas informações que atingem essas expectativas. (Yu et al., 2019)

Através de Sapkota (2022) é possível compreender o impacto do sentimento de notícias na volatilidade do *Bitcoin* utilizando uma abordagem *HAR-RV-SI* (multivariado heterogênea autorregressivo para volatilidade realizada com índice de sentimento de notícias). O autor procura quantificar o impacto na volatilidade, utilizando técnicas de processamento de linguagem natural e aprendizado artificial, foi analisado os sentimentos

positivos, negativos e neutros presentes nas notícias com relação ao *Bitcoin*. Nos resultados foi possível concluir que o sentimento transmitido pela mídia tem um grande impacto na volatilidade do *Bitcoin* em diferentes períodos temporais. O interessante de observar foi que uma mistura de sentimentos positivos e negativos teve um impacto maior na volatilidade do que um sentimento apenas negativo. O modelo *HAR-RV-SI* teve um melhor desempenho na precisão em prever a volatilidade do *Bitcoin* comparativamente ao modelo *HAR-RV* básico. Também os resultados sugeriram que o sentimento psicológico teve efeitos no curto prazo, por outro lado, o sentimento financeiro teve efeitos de longo prazo na volatilidade do *Bitcoin*. (Sapkota, 2022)

Ao ler os diferentes estudos que analisam o impacto dos sentimentos de forma geral podemos perceber que só um pequeno número de estudos levou em consideração o sentimento de informações textuais disponíveis de forma pública com um indicador para os movimentos de preço do *Bitcoin*. No entanto, nos últimos anos isso tem mudado de forma muito rápida com novos estudos desenvolvidos a cada dia, eles estão a concluir que o mercado de criptomoedas está a amadurecer cada vez mais por meio de interações com notícias macroeconómicas, o que também contribui para o debate atual sobre a natureza do *Bitcoin* incorporado com o sentimento das notícias. Esta discussão precisa de amadurecer no futuro para determinar se a moeda digital deve ser considerada um ativo financeiro ou um meio de troca e se o impacto das notícias terá um efeito semelhante ao impacto que tem em outros ativos financeiros.

2.3 A relação da volatilidade do mercado financeiro com o Bitcoin

Quando o assunto é volatilidade, o *Bitcoin* tem se mostrado como um dos ativos mais voláteis do mundo, com resultados que indicam não só a sua volatilidade, mas também uma alta persistência. O efeito da *EPU* (índice de incerteza da política económica) na volatilidade do *Bitcoin* no longo prazo, tende a afetar negativamente a correlação entre o *Bitcoin* e outros títulos, visto que esses ativos têm algumas propriedades de *hedge*, com base nesta literatura podemos compreender que na relação *hedge Bitcoin-commodities*, o *Bitcoin* servirá como *hedge* quando o nível de *EPU* for baixo e quando a correlação entre ambos for negativa. Porém quando o nível de *EPU* é alto o *Bitcoin* pode não servir como

um bom *hedge*, pois o aumento de *EPU* afeta de forma negativa as ações. (Fang et al., 2019)

No entanto os determinantes do preço do *Bitcoin* podem não ser capazes de ser compreendidos pelo *EPU* e relações de *hedge*, já que em determinadas pesquisas concluem que o preço do *Bitcoin* pode estar na verdade numa bolha, sendo a especulação o motivador da sua formação, se esta informação for verídica, o *Bitcoin* pode não possuir segurança como ativo *hedge* pois toda a sua existência está baseada numa bolha especulativa. (Aalborg et al., 2018)

Também existem estudos que focam nas lacunas importantes sobre a previsão de preços do *Bitcoin* ao focar mais na importância das variáveis macroeconómicas, para além da sua comparação com o ouro e outros ativos diversificados. Pois em vez de analisar os preços, focam na previsão da direção dos preços, motivado pela importância de investir no tempo certo do mercado por investidores de fundos ao determinar a melhor alocação de ativos. (Basher & Sadorsky, 2022)

Para analisar os motivos que podem fazer diferentes ativos aumentar a volatilidade do *Bitcoin*, foi analisada a taxa de câmbio *bitcoin*-dólar e que ela responde principalmente a anúncios de notícias marcadas de forma agendada em relação a indicadores com um alto grau de previsão e também as notícias que falam de políticas, procurando regular as criptomoedas que aumentam a sua volatilidade, como no dia anterior ao *Financial Times* ser publicado. (Lyócsa et al., 2020)

Na disciplina de finanças, a volatilidade desempenha um conceito fundamental, ao compreender como as ligações de volatilidade entre os mercados e ativos se interligam para se antecipar ao risco do sistema financeiro, no entanto ainda não ficou claro como o mercado de criptomoedas se relaciona com os restantes mercados se ele reage ao mercado como proteção de *hedge* ou se a sua existência não depende de nada do sistema tradicional e ele tem as suas próprias regras. Para compreender isto os autores analisaram se as criptomoedas desempenharam um papel de *hedge* perante a volatilidade dos mercados ou em contrapartida apenas por um sentimento generalizado e ainda se a canalização desse sentimento de expectativa do *Bitcoin* pode ser impulsionada pela volatilidade dos mercados. Ao medir a sua volatilidade, o tempo e o nível de reação do *Bitcoin* e também o sentimento generalizado naquele momento nas redes sociais. (Bouri et al., 2021)

Tendo conseguido provar a interligação entre os mercados financeiros e outros mercados como *commodities*, fez com que a atenção dos pesquisadores, finanças, seguros e principalmente investidores despertasse, sendo que foi possível confirmar e mais importante que isso, quantificar, todo um novo sistema em que as criptomoedas em particular o *Bitcoin* sejam beneficiadas e possam desempenhar uma nova alternativa da mesma forma que o ouro e outros ativos com o tempo, e tão importante como isso é a capacidade de prever como o comportamento dos mercados possam influenciar o *Bitcoin* e como ele se pode proteger e beneficiar deste conhecimento. (Lahiani et al., 2020)

3. Metodologia

De forma a responder as questões de investigação, foi realizado um estudo econométrico sobre o interesse do *Bitcoin* com determinados ativos, utilizando a Regressão quantílica e a Regressão Linear Múltipla em series temporais de forma a estimar o comportamento e influencia que o *Bitcoin* exerce sobre outros ativos, bem como a influencia desses ativos sobre o *Bitcoin*. Para estimar o modelo foi realizada uma revisão da literatura teórica e empírica sobre o interesse da procura do *Bitcoin*, a relação do sentimento do dólar, bem como a relação da volatilidade dos ativos com o *Bitcoin*.

3.1 Introdução às questões de Investigação

Segundo Lipowski (2008) a melhor forma desenvolver questões de investigação é através de três etapas essenciais, na primeira o autor deve fazer perguntas interessantes que justifiquem a existência do artigo/trabalho, pois os dados são apenas um componente para responder a perguntas importantes. Perguntas muito específicas são necessárias para transformar dados em informações úteis para tomar decisões e resolver problemas, o próximo objetivo é identificar a melhor questão de investigação que responda a essa pergunta, pois nem todas as perguntas conduzem a questões de investigação interessantes.

As questões geram conclusões com base numa análise de evidências, por último transformar a questão de investigação numa hipótese capaz de ser testada, a hipótese é formada através de uma frase declarativa que prevê os resultados de um estudo baseado no

conhecimento científico e suposições, uma hipótese descreve uma relação entre duas ou mais variáveis.

Utilizando essas três etapas como ponto de partida, surgiu um plano inicial para guiar este trabalho, onde o primeiro passo seria pesquisar e recolher informação a partir de artigos científicos e livros, onde o tema central fosse o *Bitcoin* de forma a poder encontrar quais são as dúvidas mais interessantes que estes artigos/livros costumam ter em comum. Muitos destes estudos baseiam-se na segurança do *Bitcoin*, no seu valor especulativo e na sua utilidade como moeda digital. Estas perguntas apesar de interessantes, não dariam, necessariamente, origem a interpretações baseados nos modelos estatísticos aos quais este trabalho se propôs a realizar, sendo assim, foi decidido focar em perguntas que possam dar origem a suposições lógicas, baseado nos resultados que este trabalho apresenta. Essas perguntas envolvem de forma geral o sentimento do investidor na volatilidade e na inflação, baseado nos resultados de outros modelos estatísticos analisados desta forma.

A próxima etapa passa por tentar transformar estas perguntas em questões de investigação que reflitam essas dúvidas de forma precisa e que possam ser respondidas no final.

As seguintes questões pretendem ser analisadas em conjunto com os resultados obtidos através dos autores que serviram de inspiração para a elaboração deste trabalho e que podem ser consultados nas referências bibliográficas:

3.1.1. Q1- Como o Sentimento do investidor no dólar, afeta o bitcoin?

Um dos principais motivos que contribuem para a atenção do investidor no *Bitcoin*, foi a própria proposta que deu origem à criação do *BTC*, servir como uma moeda digital alternativa às moedas tradicionais onde o *Bitcoin* por não ser controlado por nenhuma entidade centralizada e como tal, novos *BTCs* não poderiam ser produzidos, o que significa que desde o momento da sua criação, haveria um limite fixo que não poderia ser alterado ao contrário de moedas como o dólar e euro possuem entidades centralizadas que regulam a sua emissão monetária, tendo como consequência a sua inflação. O objetivo desta questão é analisar se o sentimento do dólar representado pelo *TEUUSA* tem um impacto no *Bitcoin* e em caso afirmativo, qual é o impacto?

3.1.2. Q2- Como a Volatilidade dos ativos, afeta o bitcoin?

Sendo que a primeira questão, vai analisar a relação do sentimento do investidor no dólar e como isso afeta o *Bitcoin* é interessante também observar como ativos famosos que sempre foram utilizados tanto como forma de investimento ou como forma de proteção contra a inflação, como é o caso do ouro, petróleo e *S&P 500*, comportam-se em relação ao *Bitcoin*, neste caso, a perspectiva vai ser sobre como o comportamento dos seus preços reagem quando comparadas com o *Bitcoin*.

3.1.3. Q3- Como o Bitcoin e ativos tradicionais reagem como proteção contra a inflação?

Como foi referido, anteriormente, a inflação tem um impacto direto na expectativa depositada no *Bitcoin* o que de forma geral também pode ser dito para todo o mercado financeiro, desta forma esta questão serve para analisar como o *Bitcoin* reage em relação ao dólar na perspectiva do investidor em relação ao comportamento que ativos mais tradicionais demonstram nesse mesmo período.

3.1.4. Q4- Como se comportam os modelos estatísticos deste trabalho em relação a outros modelos estatísticos apresentados?

Sendo que este trabalho vai utilizar modelos estatísticos que mostrem uma tendência em relação aos comportamentos observados pelo movimento dos preços, seria interessante também, verificar como os dados apresentados em relação a outros modelos estatísticos apresentados por outros autores que realizaram estudos semelhantes e verificar se os resultados obtidos neste trabalho, seguem uma tendência semelhante aos resultados obtidos por esses autores.

4. Descrição das variáveis e dados

Com o objetivo de poder comparar os resultados obtidos, através da matriz de Correlação, regressão linear múltipla em séries temporais e regressão quantílica, foram retirados dados correspondentes ao período de 02/01/2017 a 21/04/2023 de ativos considerados importantes e representantes de diferentes parâmetros do mercado financeiro, isto é fundamental para este trabalho compreender através de que formas, esses ativos se comportam e reagem entre si e mais importante, como eles reagem perante o *Bitcoin*.

Este trabalho ira explicar de forma breve os diferentes aspetos de analise de cada ativo, bem como o motivo dele ter sido escolhido como representante desse aspeto do mercado financeiro.

Os ativos considerados de relevância para este trabalho são o *Bitcoin*, ouro, petróleo, *S&P 500*, *USD/EUR* e *TEUUSA* que representa o sentimento do investidor no dólar.

Vamos começar pelo *Bitcoin* visto que ele é o principal foco deste trabalho, o *Bitcoin* é utilizado como representante das criptomoedas visto que ele foi a primeira criptomoeda relevante a ganhar destaque, ela é também historicamente considerada a mais importante, bem como sendo responsável por aproximadamente metade do capital de mercado das criptomoedas. (Jiménez et al.,2024) O *Bitcoin* é constantemente associado com flutuações de preços do mercado de criptomoedas, esta situação é explicada pelo facto do *Bitcoin* ser utilizado como parâmetro do mercado para especular o valor das criptomoedas, sendo que outros entusiastas deste mercado vendem e compram seguindo como exemplo se o *Bitcoin* está num momento de ascensão ou queda. Isto influencia todo o mercado de forma a que o *Bitcoin* acabe por ser visto como uma “bússola” da direção do preço das criptomoedas. (Kyriazis et al., 2023) Por este motivo, vou utilizar o *Bitcoin* como representante do mercado de criptomoedas.

O ouro sempre foi utilizado historicamente como um ativo muito importante para as pessoas poderem conservar a sua riqueza, visto que não só ele é bastante escasso, mas também era amplamente conhecido pelas pessoas como uma forma fácil de transacionar, pois ele era aceito em praticamente qualquer lugar. (Sáez-Hernández et al., 2024) Com a popularização do papel moeda, visto que era mais fácil de transportar e estimar o seu valor de forma mais precisa, ele acabou por deixar de ser utilizado no dia a dia para transações correntes, mas ainda é visto como algo bastante valioso e uma forma de conservar o valor

patrimonial perante moedas correntes. (Hoque et al., 2024) Sendo assim, o ouro vai ser utilizado neste trabalho como um ativo de grande importância para reserva de valor.

O petróleo é outro ativo de grande importância, pois ele é necessário como fonte de energia e está associado como um recurso estratégico para diferentes países, bem como uma fonte de grande riqueza para esses mesmos países. (Behera & Rath, 2024) Ele também está associado como um dos fatores que influenciou o *dólar* a ser a principal moeda do mundo, pois em determinadas situações só era possível comercializar petróleo em dólar o que motivou os países a procurar por essa moeda para poderem importar petróleo. (Beckmann et al., 2020) Sendo que o petróleo é um recurso tão importante para o mundo e está associado com o desenvolvimento dos países que o possuem, então iremos utilizar ele como mais um parâmetro para analisar o comportamento do *Bitcoin*.

O *S&P 500* é um índice americano que representa a cotação em bolsa de 500 ações de grande importância, ele é um dos índices mais importantes e é bastante utilizado como forma de representar o desenvolvimento do mercado americano, bem como parâmetro para especular sobre a economia do país. (Wang et al., 2023) Por ser um ativo tão importante para o mercado financeiro e servir para medir se o mercado está prosperando ou em declínio, ele vai ser utilizado neste trabalho como representante do índice americano o que acaba por representar a situação da sua economia.

O *TEUUSA* não é um ativo, mas representa o sentimento das pessoas no dólar medido através de dados obtidos pelo *Twitter*. Através dele podemos compreender se as pessoas se sentem otimistas ou não pelo dólar o que acaba por influenciar na busca por possuir mais ou menos dólares.

E por último temos o *USD/EUR* que representa o câmbio do dólar contra o euro, ele é o principal câmbio do mercado *Forex* e tem aproximadamente, um movimento superior a 5 trilhões transacionados por dia. (Sevastjanov et al., 2024) O *USD/EUR* é importante para este trabalho, pois é através deste câmbio de moedas que é possível filtrar se variações nos preços dos ativos são causadas por outros ativos ou por uma variação desfavorável do valor do dólar, visto que todos os ativos deste trabalho estão pareados ao dólar e é importante limitar as suas variações para que isso não afete possíveis resultados obtidos.

Através destes ativos que representam diferentes aspetos do mercado financeiro e do controle de possíveis variações de preço do dólar a moeda utilizada como parâmetro igual para comparar o preço de mercado de todos os ativos, vai ser possível analisar como a interação destes ativos entre si tende a se comportar e como isso afeta o seu valor. Também através do *TEUUSA* que representa o sentimento pelo dólar, vamos analisar como a expectativa das pessoas pode contribuir de forma favorável ou desfavorável para possíveis variações do mercado.

4.1 Estatísticas descritivas

Na **Tabela 1** podemos observar os ativos financeiros sendo analisados através das estatísticas descritivas que foram retiradas utilizando o preço de encerramento diário, correspondente ao número de 1584 observações, no intervalo de 02/01/2017 e 21/04/2023 como referido anteriormente, excluindo os fins de semana, feriados e dias de inatividade do mercado nos ativos em que isto se aplica.

As estatísticas descritivas são compostas pela média, desvio-padrão, o mínimo e máximo observado naquele período, essas estatísticas proporcionam uma visão melhor do comportamento estatístico de cada ativo o qual é essencial para obter as estatísticas das próximas tabelas.

Como este trabalho pretende dar contexto aos ativos como parte de um cenário financeiro mais amplo, desta forma iremos utilizar essas estatísticas como parâmetro, pois a ligação destas estatísticas e como elas interagem vai nos permitir interpretar as relações dos movimentos dos mercados, entre os ativos.

Ao analisar a **Tabela 1** podemos observar que o *Bitcoin* e *TEUUSA* são os ativos que apresentam a maior variação percentual de preços, entre a sua média (17915.93) e (144.5909), o seu respetivo mínimo (785.4) e (13.38316), e máximo de (67527.9) e (1003.732), também têm o desvio-padrão mais elevado, (16441.66) e (119.09), correspondendo à quase totalidade do valor médio, o que mostra que ambos têm a maior volatilidade.

Harris e Raviv (1993), descrevem o volume do mercado dividido por quatro tipos de *traders*, os formadores de mercado, membros de compensação por conta própria, *traders* que operam para outros elementos da bolsa e o público geral. Eles apresentam evidências

de que a relação positiva do volume e volatilidade tem como fator principal o público geral. Isto é atribuído ao afastamento do espaço de operação dos ativos, o que gera uma falta de informação privada, causando por sua vez uma maior dispersão de crenças e servindo de impulso para a volatilidade, pois ruído de mercado desinformado por parte do público geral serve de combustível para o aumento do volume inesperado. Podemos esperar por uma relação negativa do volume com a volatilidade por ser um indicador de liquidez e spreads baixos. De outra forma, seria de esperar uma relação positiva, quando a atividade é nervosa e desinformada (com a presença de medo e informação assimétrica). (Ho et al., 2012).

Especificamente, no que diz respeito ao *Bitcoin*, Hung et al. (2021) investigaram o impacto das atividades de diferentes tipos de *traders* no mercado, usando como a base de dados dos *Compromissos dos traders (COT)*. Eles foram capazes de averiguar que as operações executadas por *hedgers* estão relacionadas de forma positiva com *informações modificadas (MIS)*, o que sugere a propagação de eficiência do mercado por parte deles, em contraste, a atividade de negociação de retalho tem uma relação negativa com os preços do *Bitcoin* da *CME* o que destabiliza o mercado. (Pati, 2022)

Já o ouro, petróleo e *S&P 500* têm variações percentuais do preço menores, sendo a sua média de (1566.082), (67.92763) e (3317.503), o seu mínimo (1158.91), (19.33) e (2237.4), e máximo de (2063.81), (127.98) e (4796.56), o seu desvio-padrão tende a não sair tanto do valor médio, tendo os valores de (265.6768), (18.90035) e (717.6061), sugerido uma atividade menos apressada por parte do mercado.

Tabela I - Descrição das variáveis e número de observações

Variáveis	Obs	Média	Desvio-Padrão	Mínimo	Máximo
Bitcoin	1,584	17915.93	16441.66	785.4	67527.9
TEUUSA	1,584	144.5909	119.09	13.38316	1003.732
Ouro	1,584	1566.082	265.6768	1158.91	2063.81
Petróleo	1,584	67.92763	18.90035	19.33	127.98
S&P 500	1,584	3317.503	717.6061	2237.4	4796.56

Fonte: Elaboração própria, stata16

4.2 Matriz de Correlação

De forma a poder entender melhor que tipo de reação a relação entre os ativos provoca, iremos utilizar uma matriz de correlação, para isso será utilizado o coeficiente de correlação de Pearson, uma forma de mensurar se duas variáveis estão relacionadas de maneira linear. O coeficiente de Pearson baseado em uma amostra, é dado por.

$$r_{xy} = \frac{\sum x_i y_i - n \bar{x} \bar{y}}{(n-1) S_x S_y} = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{\sqrt{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \sqrt{n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2}}$$

Sendo que se $r=1$ então os pontos (X_i, Y_i) estão alinhados de forma perfeita por uma reta crescente, se $r=-1$ então os pontos (X_i, Y_i) estão alinhados de forma perfeita por uma reta decrescente e se $r=0$ então os pontos (X_i, Y_i) não estão linearmente correlacionados. É de ressaltar que as mudanças de uma determinada variável será sempre correlacionada com a mudança na outra variável.

Para interpretar os resultados é necessário compreender que o valor de r de Pearson, estará num intervalo de -1 a 1 , os valores mais próximos dos extremos, representam correlação mais forte, quanto aos valores que tendem para 0 , possuem uma correlação fraca.

A direção da relação entre as variáveis está associada com o valor ser positivo ou negativo. De ser positivo, o aumento de uma variável, representa o aumento da outra variável também, de ser negativo, representa o inverso, sendo que o aumento de uma variável irá ter como consequência o decréscimo da outra variável.

Entre o intervalo dos valores, podemos considerar que um valor inferior a $0,5$ representa uma correlação fraca, superior a $0,5$ uma correlação moderada e a partir de $0,7$ ou superior uma correlação forte, como representado pela **Figura 2**.

Tabela II - Coeficiente de correlação de Pearson

Coeficiente de Correlação	Correlação
-1	Negativa perfeita
$-1 < R < -0.7$	Negativa forte
$-1 < R \leq -0.5$	Negativa moderada
$-1 < R \leq -0$	Negativa fraca
0	Nula
$0 < R \leq 0.5$	Positiva fraca
$0.5 < R \leq 0.7$	Positiva moderada
$0.7 < R \leq 1$	Positiva forte
1	Positiva perfeita

Fonte: Elaboração própria

Tendo sido estabelecidos os parâmetros de como será interpretado os valores da matriz de correlação, prosseguimos agora para a análise da **Tabela 2**, vale ressaltar que o interesse deste trabalho em analisar a correlação entre os ativos só se aplica a relação entre o *Bitcoin* e os restantes ativos, no entanto de forma a poder servir como parâmetro para compreender melhor o quanto o *Bitcoin* varia em relação aos ativos, também será utilizada a relação dos ativos entre si.

Como podemos observar a partir da **Tabela 2**, o nível de significância estatística mantém-se como 1% “***” em todas as relações entre os ativos com exceção do *Ouro* e *Petróleo* que têm 10% “*” e o *S&P 500* que não tem significância representada.

Na primeira coluna, temos o *Bitcoin* em correlação com o *TEUUSA* com um valor de (-0.0934), *ouro* (0.6858), *petróleo* (0.4469) e *S&P 500* (0.8848), na segunda coluna, temos o *TEUUSA* que faz correlação com o *ouro* (0.3837), *petróleo* (-0.3241) e *S&P 500* (0.0316), na terceira coluna, passamos para o *ouro* em correlação com o *petróleo* (0.2500)

e *S&P 500* (0.8463), finalizando com a quarta coluna em que o petróleo faz correlação com o *S&P 500* (0.5658).

Como podemos observar, o *Bitcoin* da primeira coluna, apresenta todas as correlações positivas com exceção do *TEUUSA* (-0.0934) o que é compreensível dado que tanto o ouro e petróleo são *commodities*, ou seja, ativos que os investidores querem no portfólio de forma a diversificar ou se proteger contra os riscos do mercado de ações ao ser ele sujeito a variações pelos diferentes ciclos do mercado financeiro tradicional. (Zhao & Wang, 2022) Já o *S&P 500* é um ativo que pertence ao mercado de ações, o que o torna sujeito aos ciclos do mercado financeiro, referido anteriormente. (Roll, 2013)

Sendo que o *Bitcoin* é utilizado como *hedge* e forma de investimento é natural que ao compartilhar essas características que também são características do ouro, petróleo e *S&P 500*, apresente uma correlação positiva com eles, apresentado o maior valor com o *S&P 500* (0.8848), seguindo o ouro (0.6858) e por último o petróleo (0.4469).

O motivo do *Bitcoin* ter uma correlação negativa com o *TEUUSA* poderia ser justificado pelo *TEUUSA* representar o sentimento do investidor no dólar, e o dólar ser uma moeda sujeita a inflação, como tal o investidor pode ver no *Bitcoin* um mecanismo de proteção contra a alta do dólar. (Joo & Park, 2024)

O *TEUUSA* tem a sua correlação negativa também com o petróleo (-0.3241), já o mesmo não acontece com o ouro (0.3837) e *S&P 500* (0.0316) sendo esses valores positivos. A correlação com o *S&P 500* é bastante fraca, mas a razão de ser positiva ainda pode ser justificado pelo facto do *S&P 500* representar 500 empresas americanas importantes e de grande relevância económica para o país. (Day & Ni, 2023) E ao ser o *TEUUSA* um representante do sentimento do dólar, o facto do investidor estar confiante com o dólar, cria um sentimento otimista em relação ao mercado americano “*S&P 500*” e vice-versa. O ouro é utilizado como proteção não só da variação do mercado, mas também da inflação, o que se aplica ao dólar também em relação a outras moedas mais fracas e inflacionadas, acabando por ser visto como uma reserva de valor para quem quer se desfazer de moedas mais fracas. (Hoque et al., 2024)

O ouro tem uma correlação positiva com petróleo e o *S&P 500*, o que seria de esperar de acordo com Golitsis et al. (2022) mas vale a pena notar que a correlação é bastante superior entre o ouro e o *S&P 500* do que a correlação observada entre ouro e o petróleo.

Para concluir, o petróleo tem uma correlação positiva com o *S&P 500*, evidenciando um comportamento semelhante de correlação positiva entre todos os ativos associados a um investimento ou reserva de valor, com exceção, daqueles que se correlacionam com o *TEUUSA*, representante do sentimento do investidor em relação ao dólar, que ao ser uma moeda, pode por tanto sofrer com inflação de forma indeterminada, sendo a quantidade dela em circulação ser sujeita a possíveis alterações de forma mais ativa, vale ressaltar que apenas o *Bitcoin* e petróleo apresentam uma correlação negativa com o *TEUUSA*, o ouro e *S&P 500* mantem uma correlação positiva.

Tabela III - Matriz de correlação entre as variáveis utilizadas

	Bitcoin	TEUUSA	Ouro	Petróleo	S&P 500
Bitcoin	1.0000				
TEUUSA	-0.0934*** 0.0002	1.0000			
Ouro	0.6858*** 0.0000	0.3837*** 0.0000	1.0000		
Petróleo	0.4469*** 0.0000	-0.3241*** 0.0000	0.2500* 0.0000	1.0000	
S&P 500	0.8848*** 0.0000	0.0316 0.2087	0.8463*** 0.0000	0.5658*** 0.0000	1.0000

Fonte: Elaboração própria, stata16

O nível de significância estatística da relação entre os ativos é representado por “*”, “**” e “***” nos níveis de 10%, 5% e 1% respetivamente.

4.3 Regressão linear múltipla em séries temporais

Como referido, anteriormente, este trabalho procura entender como o *Bitcoin* se comporta em relação a outros ativos, como tal, as relações entre o *Bitcoin* e esses ativos serão testadas através de diferentes cálculos estatísticos. Neste capítulo, será utilizada a regressão linear múltipla em séries temporais, que ao contrário da matriz de correlação, não se relaciona apenas com um ativo, mas os ativos interagem entre si de formas diferentes através de cada modelo. Para entender como esta interação funciona, vale a pena consultar a *Experimental Design and Analysis* escrita pelo Seltman (2018).

O *USDEUR* foi utilizado em cada modelo na regressão linear como forma de parâmetro para garantir que possíveis alterações no preço do dólar, a moeda em que cada ativo esta pareada, sejam comprovadas como tendo em sua origem as variações de preços dos ativos e não eventuais oscilações do valor do dólar.

O **Modelo 1** relaciona o *Bitcoin* com o ouro obtendo um valor de (43.9255) que tem um nível de significância de 1% “***” e é positiva, por outro lado o *USD/EUR* teve um valor de (-7.14⁴) com nível de significância também de 1% “***”, só que neste caso com um valor negativo.

É interessante analisar essa relação positiva entre o *Bitcoin* e o ouro (43.9255), dado que uma mesma relação positiva também pode ser verificada na matriz de correlação com um valor de (0.6858). Essa relação positiva verificada através dos dados obtidos, indica que um aumento do valor do *Bitcoin* tende a acontecer num mesmo período em que se pode verificar um aumento do valor do ouro também e vice-versa, esta relação tende a fazer sentido de um ponto de vista lógico, pois da mesma forma que o ouro é visto como um ativo de reserva de valor, para muitos entusiastas, o *Bitcoin* também é considerado uma reserva de valor ou até mesmo um investimento, sendo assim, ambas podem ser vistas como uma alternativa para proteger o património o que justificaria uma relação positiva entre os dois ativos. (Jia et al., 2023)

Continuando com o **Modelo 2**, este relaciona o *Bitcoin* com o *TEUUSA* obtendo um valor de (-8.6438) só que com um nível de significância de 5% “**” e negativo, já o *USD/EUR* tem um valor de (-3.62⁴) com o seu nível de significância de 1% “***”, e também com um valor negativo.

Neste modelo a relação do *Bitcoin* com o *TEUUSA* está em destaque, este último representa o sentimento do investidor no dólar, sendo assim, é possível imaginar que um sentimento negativo por parte do investidor significa que ele não considera que o dólar terá uma perspetiva positiva no seu futuro, por esse motivo é provável que as pessoas procurem reduzir a quantidade de dólar em sua posse de forma a encontrar outros ativos que possam salvaguardar melhor o seu património. De outra forma, um sentimento positivo em relação ao dólar pode significar um otimismo em relação a moeda, o que pode implicar que as pessoas não vão estar interessadas em se desfazer do dólar, pois consideram-no uma reserva de valor forte para conservar o seu dinheiro. (Carfí & Musolino. 2014)

Como a relação do *Bitcoin* com outras moedas pode ser vista como antagónica, visto que o *Bitcoin* foi criado como alternativa para combater a inflação que afeta as moedas correntes, dado que o *Bitcoin* foi estruturalmente criado para ter um máximo de 21 milhões de *Bitcoins*, sem possibilidade deste valor ser alterado. (Baur et al., 2024) É natural considerar como a procura por *Bitcoin* implica um possível desinteresse na moeda corrente, como tal, um eventual aumento do valor do *Bitcoin*, pode estar associado com as pessoas se desfazendo dos seus dólares, o que iria de encontro com os dados obtidos, pois como verificado tanto pela matriz de correlação (-0.0934) e pela regressão linear múltipla em séries temporais (-8.6438), ambas com uma correlação negativa indicando que quando um dos dois aumenta o seu valor o outro tende a diminuir de valor.

No **Modelo 3** temos o *Bitcoin* com o petróleo obtendo um valor de (493.0926) ele tem um nível de significância de 1% “****” e é positiva, quanto ao *USD/EUR*, ele possui um valor de (-1.14⁵) com nível de significância de 1% “***”, e o seu valor é negativo.

Como referido anteriormente o petróleo é um ativo de grande importância, tanto por ser um recurso estratégico, como também capaz de contribuir bastante para o desenvolvimento económico do seu país.

Podemos observar que o petróleo ao ser um ativo de grande valor, também mantém uma correlação positiva com o *Bitcoin* semelhante com o ouro tanto na regressão linear múltipla em séries temporais (493.0926) como com a matriz de correlação (0.4469), um valor positivo de ambos vai de encontro com a procura do investidor em ativos tanto para se proteger ao utilizá-los como *hedge* ou para especular numa possível variação do seu valor.

Por último temos o **Modelo 4** que faz a ligação do *Bitcoin* com o *S&P 500* obtendo um valor de (20.8450) com um nível de significância de 1% “****” e sendo positivo, já ao verificar o *USD/EUR* observamos um valor de (-7.78⁴) com nível de significância de 1% “****”, e com um valor negativo.

O *S&P 500* como um dos principais representantes da economia América e servindo como parâmetro sobre como os investidores se sentem em relação ao mercado, utilizado as ações de 500 empresas de grande importância para o mercado da América, acaba por ser não só uma alternativa para o investidor se proteger como forma de reserva de valor, mas também especular de uma forma simplificada sobre a economia América, dado que ao agrupar um conjunto de ações num mesmo “pacote”, acaba por ser mais fácil para o investidor que não tem tanto tempo para pesquisar e escolher quais ações tendem a se valorizar no futuro ou até para não correr tanto risco, o *S&P 500* acaba por ser utilizado como uma forma de investir mais na expectativa do desenvolvimento económico americano do que numa empresa ou ação específica. (Lee & Ryu, 2024)

Podemos verificar um comportamento do *Bitcoin* em relação ao *S&P500* semelhante ao de outros ativos, já que ele apresenta uma correlação positiva tanto na regressão linear múltipla em séries temporais (20.8450) como também na matriz de correlação (0.8848), o *S&P 500* por ser o único índice analisado neste trabalho acaba mais por representar a expectativa da economia dos Estados Unidos do que um ativo específico de reserva de valor, mas visto que a bolsa americana é bastante utilizada para o investidor valorizar o seu capital, acaba por ir de encontro com o propósito da criação do *Bitcoin* também, ou seja, proteger o dinheiro das pessoas contra a inflação e ao verificar essa relação positiva de ambos é possível compreender que ambos tendem a ser vistos desta forma. (Sarker & Wang, 2022)

Após observar os resultados obtidos pelos quatro modelos da regressão linear múltipla em séries temporais é possível observar uma tendência semelhante com a matriz de correlação, dado que ambas apresentam uma correlação positiva na relação do *Bitcoin* com os ativos de ouro, petróleo e *S&P 500*, apresentado valores positivos para eles na matriz de correlação, (0.6858), (0.4469) e (0.8848) respetivamente, mas também na regressão linear múltipla em séries temporais com valores de (43.9255), (493.0926) e (20.8450) seguindo

um mesmo padrão. Já o *TEUUSA* apresenta valores negativos em ambas (-0.0934) e (-8.6438).

Tabela IV - Regressão linear múltipla em séries temporais

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
Ouro	43.9255***			
TEUUSA		-8.6438**		
Petróleo			493.0926***	
S&P500				20.8450***
USD/EUR	-7.14e+04***	3.62e+04***	-1.14e+05***	-7.78e+04***
_cons	1.24e+04**	5.12e+04***	8.57e+04***	1.77e+04***
N	1584	1584	1584	1584

Fonte: Elaboração própria, stata16

O nível de significância estatística da relação entre os ativos é representado por “*”, “**” e “***” nos níveis de 10%, 5% e 1% respetivamente.

4.4 Regressão quantílica

Na regressão quantílica iremos finalizar os últimos modelos estatísticos aplicados ao *Bitcoin* e restantes ativos, utilizando os modelos de regressão quantílica de 25%, 50% e 75%. Para isso iremos observar os valores obtidos nas três tabelas de regressão quantílica e depois analisar como eles variam e se comportam em relação aos valores obtidos na matriz de correlação e regressão linear múltipla em séries temporais.

Começamos pela **Tabela 4** onde vai ser analisado o modelo de regressão quantílica com um nível de quantil de 25%.

Vamos iniciar com o **Modelo 1** que relaciona o *Bitcoin* com o ouro obtendo um valor de (24.2458) que tem um nível de significância de 1% “****” e é positiva, as variáveis do *TEUUSA*, petróleo e *S&P 500* não são consideradas no **Modelo 1** por não contribuir para o objetivo de análise deste modelo, por outro lado o *USD/EUR* teve um valor de (-1.83^4) com nível de significância de 5% “***”, só que neste caso com um valor negativo.

O **Modelo 2** relaciona o *Bitcoin* com o *TEUUSA* obtendo um valor de (13.3960) que tem um nível de significância de 1% “****” e é positiva, as variáveis do ouro, petróleo e *S&P 500* não são consideradas neste modelo por não contribuir para o objetivo de análise desta parte, o *USD/EUR* teve um valor de (-4.71^4) com nível de significância de 1% “****”, e com um valor negativo.

Continuando com o **Modelo 3** que desta vez faz a ligação do *Bitcoin* com o petróleo obtendo um valor de (292.7657) que tem um nível de significância de 1% “****” e é positiva, as variáveis do ouro, *TEUUSA* e *S&P 500* não são consideradas neste modelo por não contribuir para o objetivo de análise deste modelo, já o *USD/EUR* teve um valor de (349.8663) com nível de significância superior a 10% e por isso não é o valor obtido não é considerado significativo para este estudo, neste caso o seu valor foi positivo.

Por último o **Modelo 4** relaciona o *Bitcoin* com o *S&P 500* obtendo um valor de (16.0237) que tem um nível de significância de 1% “****” e é positiva, as variáveis do ouro, *TEUUSA* e petróleo não são consideradas no **Modelo 4** por não contribuir para o objetivo de análise deste modelo, por outro lado o *USD/EUR* teve um valor de (-4.81^4) com nível de significância de 1% “****”, só que neste caso com um valor negativo.

Tabela V - Modelos de regressão quantílica de 25%

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
Ouro	24.2458***			
TEUUSA		13.3960***		
Petróleo			292.7657***	
S&P 500				16.0237***
USDEUR	-1.83e+04**	-4.71e+04***	349.8663	-4.81e+04***
_cons	-1.16e+04*	4.58e+04***	-1.30e+04***	2751.0139
N	1584	1584	1584	1584

Fonte: Elaboração própria, stata16

O nível de significância estatística da relação entre os ativos é representado por “*”, “**” e “***” nos níveis de 10%, 5% e 1% respetivamente

Continuamos com a **Tabela 5** onde vai ser analisado o modelo de regressão quantílica com um nível de quantil de 50%.

O **Modelo 1** relaciona o *Bitcoin* com o ouro obtendo um valor de (40.4479) que tem um nível de significância de 1% “***” e é positiva, as variáveis do *TEUUSA*, petróleo e *S&P 500* não são consideradas aqui por não contribuir para o objetivo de análise deste modelo dá mesma forma que os exemplos anteriores, e o valor do *USD/EUR* apresenta um resultado de (-4.54⁴), com nível de significância de 1% “***”, mantendo um valor negativo.

Seguindo com o próximo modelo o **Modelo 2** passa a analisar o *Bitcoin* com o *TEUUSA* obtendo um valor de (6.5632) que tem um nível de significância de 10% “*” e é positiva, as variáveis do ouro, petróleo e *S&P 500* não são consideradas para esta variante por não contribuir para o objetivo de análise deste modelo, por outro lado o *USD/EUR* teve um valor de (-4.71⁴) com nível de significância superior a 10% e por isso o valor obtido não é considerado significativo para este estudo, o seu valor é negativo.

O próximo é o **Modelo 3** que relaciona o *Bitcoin* com o petróleo obtendo um valor de (409.9480) que tem um nível de significância de 1% “***” e é positiva, as variáveis do ouro, *TEUUSA* e *S&P 500* não são consideradas no **Modelo 3** por não contribuir para o objetivo de análise deste modelo, por outro lado o *USD/EUR* teve um valor de (-3.48⁴) com nível de significância de 5% “**”, só que neste caso com um valor negativo.

Por último o **Modelo 4** relaciona desta vez o *Bitcoin* com o *S&P 500* tendo um valor de (18.9839) que tem um nível de significância de 1% “***” e é positivo, as variáveis do ouro, *TEUUSA* e petróleo não são consideradas no **Modelo 4** por não contribuir para o objetivo de análise deste modelo, o *USD/EUR* teve um valor de (-5.66⁴) com nível de significância de 1% “***”, agora com um valor negativo.

Tabela VI - Modelos de Regressão quantílica de 50%

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo4
Ouro	40.4479***			
TEUUSA		6.5632*		
Petróleo			409.9480***	
S&P 500				18.9839***
USD/EUR	-4.54e+04***	1.41e+04	-3.48e+04**	-5.66e+04***
_cons	-6.67e+03	-3.31e+03	1.59e+04	4246.4653
N	1584	1584	1584	1584

Fonte: Elaboração própria, stata16

O nível de significância estatística da relação entre os ativos é representado por “*”, “**” e “***” nos níveis de 10%, 5% e 1% respetivamente.

Para finalizar temos a **Tabela 6** onde vai ser analisado o modelo de regressão quantílica com um nível de quantil de 75%.

O seu primeiro modelo relaciona o *Bitcoin* com o ouro obtendo um valor de (57.2452) que tem um nível de significância de 1% “****” e é positiva, as variáveis do *TEUUSA*, petróleo e *S&P 500* não são consideradas no **Modelo 1** por não contribuir para o objetivo de análise deste modelo, como dito nos quantiles de 25% e 50%, neste caso o *USD/EUR* teve um valor de (-9.35⁴), com nível de significância de 1% “****”, apresentando um valor negativo.

O **Modelo 2** faz a ligação do *Bitcoin* com o *TEUUSA* obtendo um valor de (-37.3325) que tem um nível de significância de 1% “****” e é negativo, as variáveis do ouro, petróleo e *S&P 500* não são consideradas no **Modelo 2** por não contribuir para o objetivo de análise deste modelo, por outro lado o *USD/EUR* teve um valor de (-5.94⁴) com nível de significância de 5% “**”, também com um valor negativo.

Vamos agora para o **Modelo 3** onde o *Bitcoin* com o petróleo obtém um valor de (588.0994) que tem um nível de significância de 1% “****” e é positiva, as variáveis do ouro, *TEUUSA* e *S&P 500* não são consideradas neste modelo por não contribuir para o objetivo de análise desta parte, o *USD/EUR* teve um valor de (-1.79⁵) com nível de significância de 1% “****”, continuando a apresentar um valor negativo.

Por terminar o **Modelo 4** relaciona o *Bitcoin* com o *S&P 500* ele tem um valor de (20.8189) que é um nível de significância de 1% “****” e é positivo, as variáveis do ouro, *TEUUSA* e petróleo não são consideradas no **Modelo 4** por não contribuir para o objetivo de análise deste modelo, por último o *USD/EUR* teve um valor de (-5.68⁴) com nível de significância de 1% “****”, e o seu valor é negativo.

Tabela VII - Modelos de Regressão Quantilica de 75%

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
Ouro	57.2452***			
TEUUSA		-37.3325***		
Petróleo			588.0994***	
S&P 500				20.8189***
USD/EUR	-9.35e+04***	-5.94e+04**	-1.79e+05***	-5.68e+04***
_cons	1.77e+04**	8.86e+04***	1.44e+05***	2021.7942
N	1584	1584	1584	1584

Fonte: Elaboração própria, stata16

O nível de significância estatística da relação entre os ativos é representado por “*”, “***” e “****” nos níveis de 10%, 5% e 1% respetivamente.

4.5 Análise das diferenças entre os valores apresentados nos diferentes modelos estatísticos

Ao analisar o **Modelo 1** dos quanties de 25%, 50% e 75%, podemos observar que a relação do *Bitcoin* com o ouro obteve valores positivos de (24.2458), (40.4479) e (57.2452) nos três modelos de regressão quantílica mantendo uma relação positiva constante o que vai de encontro com os resultados obtidos na matriz de correlação (0.6858) e regressão linear múltipla em séries temporais (43.9255).

Foi obtido um padrão de correlação positiva no *Bitcoin* e ouro em todas as tabelas analisadas deste trabalho, com isso é possível concluir em base aos resultados observados que o *Bitcoin* e ouro apresentam uma tendência positiva entre si, o que tende a indicar que ambos costumam seguir períodos de crescimento simultâneo.

No **Modelo 2** dos quanties de 25%, 50% e 75% temos que a relação do *Bitcoin* com o *TEUUSA* apresentou valores de (13.3960), (6.5632) e (-37.3325) nos três modelos de regressão quantílica, vale a pena notar que apenas no Quantil de 75% foi obtida uma relação negativa ao comparar com a matriz de correlação (-0.0934) e regressão linear múltipla em séries temporais (-8.6438) que também segue uma tendência negativa.

Uma relação negativa entre o *Bitcoin* e o *TEUUSA* (representante do sentimento do dólar no *Twitter*) faz sentido do ponto de vista teórico partido do pressuposto que uma moeda que está sujeita a ser inflacionada e perder parte do seu valor, tende a se relacionar negativamente com ativos que são vistos como reserva de valor ou investimento, no entanto essa relação não pode ser verificada em todas as tabelas analisadas sendo que os valores de (13.3960) e (6.5632) dos quanties de 25% e 50%, indicam uma relação positiva entre o *Bitcoin* e *TEUUSA*, embora na maioria dos resultados obtidos foi observado uma relação negativa. (Wohar et al., 2023)

Para o **Modelo 3** dos quanties de 25%, 50% e 75% foram apresentados os resultados de (292.7657), (409.9480) e (588.0994) para a relação do *Bitcoin* com o petróleo nos três modelos de regressão quantílica, essa relação positiva foi observada também na matriz de correlação (0.4469) e na regressão linear múltipla em séries temporais (493.0926).

Todos os resultados observados do *Bitcoin* em relação ao petróleo foram positivos tal comportamento segue um padrão que vai de encontro com a relação esperada entre

dois ativos que são vistos como reserva de valor, indicando que ambos apresentam um período de crescimento em momentos simultâneos. (Dunbar & Amoako, 2023)

Para concluir, foi verificado que os quanties 25%, 50% e 75% tiveram uma relação positiva nos três modelos de regressão quantílica, com valores de (16.0237), (18.9839) e (20.8189) no *Bitcoin* com o *S&P 500*, ao comparar com a matriz de correlação (0.8848) e com a regressão linear múltipla em séries temporais (20.8450) podemos verificar que todos mantiveram uma correlação positiva.

Uma relação positiva em todas as tabelas observadas do *Bitcoin* e *S&P 500* mostra uma tendência semelhante, com a relação do *Bitcoin* com o ouro e do *Bitcoin* com o petróleo, onde os ativos apresentam um crescimento em períodos semelhantes com o *Bitcoin*, mostrando que os dados observados neste trabalho segue um comportamento em relação ao seu crescimento como esperado do ponto de vista teórico onde ativos tendem a ser vistos como alternativa para a conservação do capital ou investimento do mesmo, apresentando um comportamento prospero ao longo do tempo quando comparados com moedas correntes como o dólar, que mostrou através do sentimento do investidor representado pelo *TEUUSA* uma tendência negativa na sua maioria em relação ao *Bitcoin*.

5. Resposta as Questões de investigação

5.1. Resposta à Q1- Como o sentimento do investidor no dólar, afeta o Bitcoin?

Para Alaminos et al. (2024) os mapas de calor de atividade para o *Bitcoin* e dólar mostram picos de atividade nas primeiras horas da manhã e no final da noite, o que indica que os *traders* tem uma alta capacidade de resposta a sobreposições do mercado global e aos principais eventos de notícias. Durante esses períodos, essa atividade pode influenciar o comportamento das transações do dólar, devido ao facto dos *traders* procuram proteger-se ou obter lucro em oportunidades de arbitragem, já para os autores Rehman et al. (2023) o *Bitcoin* demonstra ter resultados que mostram uma dependência variável ao longo do tempo. O *BTC* e os mercados de câmbio têm uma dependência maior durante períodos de crise como o *covid-19*. Os seus resultados também demonstram que o *Bitcoin* tem influência significativa com a maioria das moedas que foram consideradas durante movimentos de mercado ascendentes e descendentes.

A forma como os investidores reagem à alteração do preço e o sentimento que isso gera, depende do tamanho que o *Bitcoin* representa na carteira investimento. Estimativas de coeficiente mostram que pequenos investidores reagem de maneira forte à informação pública e notícias da mídia, tendo a sua formação de decisão afetada de maneira forte pelo sentimento e pela atenção dos meios de comunicação. Em contrapartida, os grandes investidores reagem de forma fraca à informação pública o que sugere que o seu comportamento é motivado por informações privadas. (Beckmann et al., 2024) (Esparcia & López, 2024)

Os resultados de López-Cabarcos et al. (2021) também apontam nessa direção, pois a influência do sentimento da rede social tem um impacto significativo para o *Bitcoin* e que os investidores podem considerar o sentimento das redes sociais ao projetar as suas estratégias de investimento o que demonstram que os investidores do *Bitcoin* tendem a ser mais “tecnológicos” e por isso prestam mais atenção às informações que vem da mídia digital. (Atance & Serna, 2024) Também foi demonstrado que o *Bitcoin* comporta-se de maneira diferente ao longo do tempo, onde quando o mercado está estável o *BTC* torna-se mais atraente para investidores com expectativas altas.

Por último, o autor Ben Hamadou et al. (2024) analisa o sentimento do investidor em relação as criptomoedas com destaque para o *Bitcoin*, afirmando que o investidor deve prestar muita atenção na relação entre o sentimento do investidor e os resultados das criptomoedas pois isso influencia, significativamente, as suas decisões de investimento e entender o aspeto emocional de investir e o efeito que tempos turbulentos podem ter, pode ajudar os investidores a tomar decisões informadas o que contribui na sua precisão em prever o comportamento das criptomoedas.

Ao comparar os resultados obtidos foi possível observar que a notícias representam um fator bastante forte na tomada de decisão do investidor, no entanto esta tendência só foi possível de verificar em investidores de pequeno porte onde ao não despor de informação privada e recursos mais abrangentes acabam por utilizar a informação que obtém das notícias para formar as suas opiniões e com isso investir. O investidor que tem acesso a informações privadas não necessita de basear as suas decisões em informações publicas que muitas vezes podem não ser confiáveis. Tal comportamento, também pode ser verificado através das redes sociais onde muitas vezes acabam por ter um impacto ainda maior que as notícias por ter como alvo um publico que ao investir em *Bitcoin* acaba por prestar mais atenção as redes sociais do que as notícias. Também foi possível verificar que em períodos de crise o *Bitcoin* acaba por ser visto com maior importância pelas pessoas, o que é motivado pelo medo e incerteza geral.

Ao comparar com os dados obtidos neste trabalho foi possível verificar que o *Bitcoin* teve uma relação negativa na matriz de correlação (-0.0934), na regressão linear múltipla em séries temporais (-8.6438) e também no modelo de regressão quantílica de 75% (-37.3325), no entanto foi positiva nos quantis de 25% e 50% com (13.3960) e (6.5632) respetivamente. Tal comportamento nos quantis mostra uma tendência decrescente na medida que o intervalo de valores utilizado ao aumentar o percentual de quantis aumenta, o que indica que valores mais altos fornecem uma dispersão maior nos resultados, onde a partir do quantil 75 podemos observar uma tendência de correlação negativa por ser o resultado que permite observar a dispersão dos valores mais altos.

Os dados obtidos, apontam para uma tendência negativa da correlação entre o *Bitcoin* e o *TEUUSA* que é o representante do sentimento do dólar através do *Twitter* o que significa que quando o valor de um aumenta o valor do outro diminui. Esse comportamento segue uma tendência semelhante com os resultados analisados pelos

autores que destacam a importância das notícias e redes sociais na formação de opinião e tomada de decisão do investidor.

5.2. Resposta à Q2- Como a volatilidade dos ativos, afeta o Bitcoin?

Younis et al. (2025), explora o comportamento de ativos como o *BTC*, salientando a importância dos investidores, considerarem insistir não apenas em ativos como o petróleo e o ouro, dado que diversificar nesses mercados ajuda a mitigar riscos durante períodos de crises, mas também em setores com menor correlação com os preços do petróleo e ouro como é o caso do *Bitcoin*.

Ahmed et al. (2023) investigou o comportamento de curto e longo prazo entre o *S&P 500* e os retornos de criptomoedas como o *Bitcoin*. A evidência apresentada, sugere um efeito positivo significativo de curto e longo do *BTC* no lucro do *S&P 500*, no entanto um declínio profundo nos retornos do *S&P 500* pode aumentar a aversão ao risco dos investidores e desencadear uma queda nos investimentos das criptomoedas. (Kayani et al., 2024)

Também o risco de queda do *S&P 500* em função da volatilidade do *BTC*, não influencia significativamente os retornos do *Bitcoin*, o que torna na perspectiva do investidor uma ferramenta *hedge*, importante durante turbulências económicas, o que pode reforçar estratégias de gerenciamento de risco para quem decida incorporar o *Bitcoin* nos seus portfólios. (Tang et al., 2024)

O autor Duan et al. (2023) aborda a dependência marginal do *Bitcoin* com ativos tradicionais, sendo o impacto do *BTC* comparável com o do ouro em ambas as perspectivas de dados e retorno da volatilidade e confirmando uma correlação assimétrica do *Bitcoin* e ouro com ativos financeiros.

Os mercados regulamentados, mostram que ao longo do momento de vencimento há mudanças significativas no volume negociado em relação a volatilidade e retornos do *Bitcoin*. (Blasco et al., 2023)

A influência de retorno do *BTC* em função da volatilidade do petróleo e ouro, onde os resultados mostram que o mercado de ouro parece ser o principal recetor durante o

período pré-*covid-19*, sendo muito útil na previsão da gasolina e preço do gás natural, mostrando uma transmissão de volatilidade do ouro para o petróleo. (Arfaoui et al., 2023)

Para finalizar o autor Obanya et al. (2024), explora a volatilidade diária do *Bitcoin*, utilizando períodos anuais e mensais. O resultado mostra que os períodos anuais e os valores mensais diários do *BTC* são geralmente baixos, o que implica que os movimentos da volatilidade diária do *Bitcoin* são bastante previsíveis de uma perspetiva genérica.

Ao seguir com a mesma linha de raciocínio da **Questão 1**, é possível verificar que na **Questão 2**, os autores analisados elaboram o quanto é importante diversificar em investimentos que não tem uma relação direta entre si de forma a mitigar o risco e como essa diversificação pode tender a gerar uma relação positiva, para quem investe em ativos e no *Bitcoin*. Essa relação positiva é reforçada pela utilidade do *Bitcoin* em servir como hedge em momentos de crise que ocasionem quedas dos ativos tradicionais. Também é referido que o impacto do *Bitcoin* com os ativos tradicionais é semelhante nesse sentido com o ouro, sendo o ouro considerado um grande transmissor de volatilidade com outros ativos. Isto significa que se o investidor for capaz de desenvolver uma estratégia que permita prever os movimentos do preço do *Bitcoin*, e tal parece ser possível segundo o autor Obanya referido, anteriormente, então incorporar o *Bitcoin* numa carteira de investimentos diversificada com outras ativos, pode representar uma melhor alternativa em relação ao risco e retorno entre este estilo de carteira diversificada em relação a uma carteira tradicional.

Ao analisar o desempenho do *Bitcoin* em relação aos ativos tradicionais foi possível observar em base aos dados obtidos neste trabalho que o *Bitcoin* mantém uma correlação positiva com todos os ativos correlacionados na matriz de correlação, regressão linear múltipla em séries temporais e no modelo de regressão quantílica sem qualquer exceção, mostrando uma tendência clara do *BTC* se correlacionar de forma positiva com os ativos o que significa que quando o preço do *Bitcoin* valoriza o mesmo acontece com o ativo em questão ao qual esteja correlacionado.

A tendência positiva observada pelo *Bitcoin*, demonstra a possibilidade do *BTC* ser utilizado como mitigação de risco numa carteira de investimentos dado o facto do *Bitcoin* servir como *hedge* para ativos ao não sofrer da mesma forma que os ativos em períodos de crise, mas mantendo uma tendência positiva entre si ao longo do período analisado.

5.3. Resposta à Q3- Como o Bitcoin e ativos tradicionais reagem como proteção contra a inflação?

Para o autor Gambarelli et al. (2023), é essencial analisar do ponto vista do investidor se novas oportunidades inovadoras de investimento podem oferecer benefícios para mitigar os riscos de uma carteira de investimento, para isso ele investigou qual a eficácia de *hedge* entre as correlações assimétricas do *Bitcoin*, ouro e o mercado ações, o *Bitcoin* foi considerado o que melhor correlaciona com o mercado de ações obtendo uma relação significativa entre quatro das cinco fases do mercado indicando uma relação assimétrica entre a criptomoeda e os retornos do mercado de ações, durante fases de queda da bolsa de valores, por esse motivo posicionar-se vendido no *Bitcoin* pode ser utilizado como uma opção de *hedge* para as ações em períodos de queda. (Okoroafor & Leirvik, 2023)

O autor Enilov e Mishra (2023), também concluem que o *Bitcoin* pode ser utilizado como um refúgio seguro para o mercado do petróleo, durante períodos de queda do mercado indicando que o *Bitcoin* oferece propriedades melhores de refúgio do que o ouro.

O autor Ugolini et al. (2023) demonstra que de todos os mercados, os ativos que servem melhor como ativos *hedge* são aqueles menos conectados com outros ativos, historicamente, em períodos de inflação alta os investidores tentam preservar o seu património investido em ativos como o ouro imóveis e ações, mas a adição relativamente recente das criptomoedas como uma opção extra de investimento permitiu uma nova possibilidade de refúgio contra a inflação. (Liu & Valcarcel, 2024)

Um ativo que atua como um refúgio seguro forte não poderia ser “estável”, no entanto ser “estável” impediria o ativo de torna-se um refúgio seguro forte. (Conlon et al., 2021)

O autor Nekhili e Sultan (2022) indica alguns problemas ao utilizar o *Bitcoin* como *hedge*, sendo eles uma falta de derivativos adequados e baixa liquidez dos instrumentos o que enfraquece a capacidade investidores gerenciarem ao investir no *BTC*, no entanto esse risco pode ser mitigado ao otimizar uma carteira de investimento baseada em *Bitcoin* e ativos tradicionais maximizando assim os possíveis lucros, no entanto com um risco para o investidor reduzido.

Os autores observados na **Questão 3** continuam com o mesmo raciocínio dos autores da **Questão 2** ao prosseguir com a tentativa de procurar o melhor equilíbrio para uma carteira de investimento, e se o *Bitcoin* serve para este propósito. Ao analisar os seus resultados, podemos verificar que os dados demonstram que o *Bitcoin* demonstra o melhor nível de correlação com o mercado de ações. Já em relação ao petróleo, o *Bitcoin* demonstrou ser uma opção melhor que o ouro por possuir propriedades melhores de refúgio.

A pouca estabilidade do *Bitcoin* foi considerada um fator positivo dado que ativos estáveis não são considerados boas opções de *hedge*. No entanto, o *Bitcoin* tem como desvantagens por exemplo, a falta de liquidez dele, no entanto isto pode ser mitigado ao reduzir o risco com uma carteira de investimento diversificada em *Bitcoin* e ativos tradicionais, como foi concluído pelos autores Nekhili e Sultan, mencionados anteriormente.

Ao observar o desempenho do *Bitcoin* em relação à perspectiva de inflação do dólar foi possível verificar que ele obteve uma correlação negativa com o representante do sentimento do dólar (*TEUUSA*) com um valor de (-0.0934***), a correlação entre o petróleo e o *TEUUSA* também foi negativa (-0.3241***) e apenas a correlação do Ouro com o *TEUUSA* foi positiva (0.3837***), já a correlação do *S&P 500* com o *TEUUSA* não foi considerada significativamente relevante por isso não vai ser analisada. Os resultados obtidos demonstram que apenas o *Bitcoin* e petróleo foram considerados bons instrumentos contra a inflação do dólar pela perceção das pessoas ao obterem uma correlação negativa, o que indica que quando um deles aumenta de valor o outro tende a diminuir, servido por isso como alternativa de proteção contra a inflação baseado na perceção geral. Já o Ouro não foi considerado uma boa proteção contra a inflação pelas pessoas no período analisado.

5.4. Resposta à Q4- Como se comportam os modelos estatísticos deste trabalho em relação a outros modelos estatísticos apresentados?

Corbet et al. (2020) examina as relações causais de forma a melhorar os resultados do quantil condicional entre o *Bitcoin*, ouro, petróleo e *S&P 500*, utilizando a causalidade

de Granger em testes de quantil, os resultados apresentados mostram evidências fortes de que o *Bitcoin* atua de forma considerável como *hedge* para o petróleo, moderado para o *S&P 500* e neutro para o ouro.

No entanto o autor Duan et al. (2023b) afirma que o impacto do *Bitcoin* é comparável com o do ouro ao analisar a perspectiva de retorno de ambas utilizando o método de quantil e quantil (*QQ*) desenvolvido recentemente. As análises adicionais de comparação de resultados entre (*QQ*) e a regressão quantílica tradicional (*QR*) foram realizadas como forma de analisar as principais mudanças de ambas.

O autor Aysan et al. (2024) utilizou metodologia *QVAR* para investigar a dinâmica do *Bitcoin*, ouro, petróleo e o mercado de ações conduzindo uma análise em três condições de mercado otimista, normal e pessimista. O estudo indica que o índice de conectividade total (*TCI*) dentro do modelo, apresenta um nível elevado principalmente nos quantis extremos indicando um interesse elevado do *Bitcoin* como meio digital o que tende a servir como alternativa ao mercado tradicional.

Zhang e Mani, (2021) aplicou *EGARCH(1,1)* e *GJR-GARCH(1,1)* em simultâneo com distribuições múltiplas condicionados de forma a registrar os retornos do *Bitcoin* e ouro nos últimos anos. Essa análise implicou que choques positivos têm um impacto maior na volatilidade desse ativos financeiros do que choques negativos, isso talvez seja causado pelo medo de perder oportunidades (*FOMO*) já a correção do ouro e *Bitcoin* foi positiva nos últimos anos tendo seu pico durante o *covid-19*, indicando que eventos adversos como guerras e pandemias podem ter um impacto significativo nas decisões do investidor.

Kyriazis et al. (2024), também dá atenção especial aos períodos de turbulência ao analisar o ouro, petróleo e *Bitcoin*, ao utilizar uma abordagem multi-prismática que são baseados na metodologia *quantile vector autoregression* (*QVAR*). Os dados obtidos, demonstram a importância de diversificar portfólios de investimento e os benefícios de manter ativos de *hedge* em períodos de incerteza económica indicando que criptomoedas como o *Bitcoin* tendem a tornasse cada vez mais importantes nos mercados financeiros como uma alternativa de diversificação nas carteiras investimento.

Patel et al. (2024), afirma que a conectividade e potenciais benefícios de carteiras diversificadas que utilizem o *Bitcoin*, aplicando o método quantil *VAR* e *wavelet quantile*

correlation como forma de medir a conetividade. Os resultados demonstram os benefícios de utilizar criptomoedas como o *Bitcoin*, com o objetivo de maximizar os resultados de carteiras de investimentos o que vai de encontro a propensão dos investidores em procurar melhorar a qualidade das suas carteiras, principalmente, durante condições mercado exceccionalmente ruins. (Yousaf et al., 2023)

Na última questão observada (**Questão 4**), foi possível verificar que os autores de forma geral, consideram que os resultados do *Bitcoin* demonstram ser os melhores para o petróleo ao ser utilizado como *hedge*, moderados para *S&P 500* e tendo um impacto oscilando entre neutro e positivo em relação ao ouro ao comparar os diferentes resultados obtidos no que diz respeito a sua perspetiva de retorno. Parte da motivação de utilizar o *Bitcoin* como *é hedge* pode ser compreendida pelo facto do *BTC* servir de alternativa ao mercado tradicional, por ser um ativo digital, o que pode ocasionar uma importância cada vez maior do *Bitcoin*, na diversificação das carteiras de investimento, o que demonstra ser uma conclusão comum, como foi analisado ao longo deste trabalho.

Estes resultados servem para destacar a perspetiva positiva que o *Bitcoin* tende a ter na ótica dos artigos apresentados, esta conclusão tende a ir de encontro com os dados apresentados neste trabalho em relação à tendência positiva que o *Bitcoin* comprovou ter com ouro, petróleo e *S&P 500* indicando que o *Bitcoin* tende a se valorizar em simultâneo com os ativos tradicionais observados. O petróleo foi considerado o melhor ativo com que o *Bitcoin* correlaciona-se, pois não só tem uma relação positiva com o *BTC*, como os restantes ativos tem, mas também tende a ser visto pelo investidor como alternativa de proteção contra a inflação, ao se proteger em simultâneo com o *Bitcoin* mas tendo um comportamento contrario em períodos de crise, o que significa que ambas compartilhem uma alternativa de *hedge* entre si, isto faz com que ambas possam ser utilizadas como alternativas de investimento e proteção do património mas sem compartilharem os mesmos riscos.

6. Conclusão

O *Bitcoin* foi criado com a proposta de servir como uma moeda alternativa às moedas tradicionais que em regra geral são inflacionárias. Dado o facto que o *Bitcoin* foi limitado desde a sua criação a 21 milhões de unidades de *BTC* e este valor não pode ser adulterado de nenhuma forma, significa que à medida que o *Bitcoin* for adquirindo uma maior credibilidade pelas pessoas ao servir como uma alternativa viável para o investidor salvar o seu património maior será a sua estabilidade e com isso uma opção mais confiável de modo a proteger o património contra a inflação.

Nos últimos anos tem-se realizado diferentes estudos, cujo objetivo é medir a eficiência do *Bitcoin* em relação aos ativos tradicionais que são utilizados normalmente como proteção contra a depreciação do património. Esses estudos que foram analisados ao longo deste trabalho demonstraram ter resultados positivos em relação à diversificação das carteiras de investimento ao utilizarem do *Bitcoin* em conjunto com ativos tradicionais de forma a maximizar o lucro e minimizar o risco tanto de parte do *Bitcoin* como dos ativos tradicionais, que ao servirem como ativos *hedge* um do outro e demonstrarem ter resultados positivos ao longo dos períodos analisados, tornam-se viáveis para a construção de um portfólio baseado em ativos com bons resultados ao longo do tempo e que servem como mitigação do risco entre si, em momentos de crise.

De forma a poder analisar os resultados obtidos ao longo dos artigos referenciados neste trabalho, foram utilizados modelos estatísticos referentes a uma matriz de correlação, regressão linear múltipla em séries temporais e regressão quantílica para poder comparar os resultados do *Bitcoin* em relação aos ativos tradicionais como o ouro, petróleo e *S&P 500*. Os resultados de forma geral, mostraram uma tendência de correlação positiva entre o *Bitcoin* e os ativos tradicionais e uma tendência de correlação negativa entre o *Bitcoin* e o *TEUUSA*, que é o representante do sentimento das pessoas no dólar.

Os resultados obtidos demonstram uma tendência semelhante aos resultados dos artigos referenciados neste trabalho, o que em simultâneo com a tendência demonstrada pelo *Bitcoin* em não ser afetado em situações de crise que afetam normalmente o mercado tradicional. O que demonstra que o *Bitcoin* pode servir como um ativo diversificador em

carteiras de investimento que procuram ativos com uma tendência de se valorizar ao longo do tempo, mas sem compartilharem os mesmos riscos do mercado tradicional.

7. Referências Bibliográficas

- Aalborg, H. A., Molnár, P., & de Vries, J. E. (2019). *What can explain the price, volatility and trading volume of Bitcoin?* *Finance Research Letters*, 29, 255–265.
<https://doi.org/10.1016/j.frl.2018.08.010>
- Ahmed, M. Y., Sarkodie, S. A., & Leirvik, T. (2023). *Mutual coupling between stock market and cryptocurrencies.* *Heliyon*, 9(5). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16179>
- Alaminos, D., Salas-Compás, M. B., & Fernández-Gámez, M. Á. (2024). *Can Bitcoin trigger speculative pressures on the US Dollar? A novel ARIMA-EGARCH-Wavelet Neural Networks.* *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 654, 130140.
<https://doi.org/10.1016/j.physa.2024.130140>
- Arfaoui, N., Yousaf, I., & Jareño, F. (2023). *Return and volatility connectedness between gold and energy markets: Evidence from the pre- and post-COVID vaccination phases.* *Economic Analysis and Policy*, 77, 617–634. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2022.12.023>
- Atance, D., & Serna, G. (2024). *Time-varying expected returns, conditional skewness and Bitcoin return predictability.* *Quarterly Review of Economics and Finance*, 96.
<https://doi.org/10.1016/j.qref.2024.101868>
- Aysan, A. F., Batten, J., Gozgor, G., Khalfaoui, R., & Nanaeva, Z. (2024). *Metaverse and financial markets: A quantile-time-frequency connectedness analysis.* *Research in International Business and Finance*, 72. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2024.102527>
- Baker, M., Wurgler, J., Elton, N., Ferson, W., Gabaix, X., Gruber, M., Kramer, L., Lamont, O., Lettau, M., Lynch, A., Shanken, J., Statman, M., Titman, S., & Stein, J. (2006). *Investor Sentiment and the Cross-Section of Stock Returns.*
- Basher, S. A., & Sadorsky, P. (2022). *Forecasting Bitcoin price direction with random forests: How important are interest rates, inflation, and market volatility?* *Machine Learning with Applications*, 9, 100355. <https://doi.org/10.1016/j.mlwa.2022.100355>

- 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.
<https://doi.org/10.1016/j.jcomm.2024.100406>
- Beckmann, J., Czudaj, R. L., & Arora, V. (2020). *The relationship between oil prices and exchange rates: Revisiting theory and evidence. Energy Economics*, 88.
<https://doi.org/10.1016/j.eneco.2020.104772>
- Beckmann, J., Geldner, T., & Wüstenfeld, J. (2024). *The relevance of media sentiment for small and large scale bitcoin investors. Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 92. <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2024.101963>
- Behera, C., & Rath, B. N. (2024). *The interconnectedness between crude oil prices and stock returns in G20 countries. Resources Policy*, 91.
<https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2024.104950>
- Ben Hamadou, F., Mezghani, T., & Abbes, M. B. (2024). *Time-varying nexus and causality in the quantile between Google investor sentiment and cryptocurrency returns. Blockchain: Research and Applications*, 5(2). <https://doi.org/10.1016/j.bcra.2023.100177>
- Blasco, N., Corredor, P., & Satrústegui, N. (2023). *Is there an expiration effect in the bitcoin market? International Review of Economics and Finance*, 85, 647–663.
<https://doi.org/10.1016/j.iref.2023.02.013>
- Bordo, M. D. (2008). *Remarks prepared for the Central Bank of Chile Twelfth Annual Conference on Financial Stability, Monetary Policy and Central Banking.*
<http://www.nber.org/papers/w14569>
- Bourghelle, D., Jawadi, F., & Rozin, P. (2022). *Do collective emotions drive bitcoin volatility? A triple regime-switching vector approach. Journal of Economic Behavior and Organization*, 196, 294–306. <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2022.01.026>
- Bouri, E., Gabauer, D., Gupta, R., & Tiwari, A. K. (2021). *Volatility connectedness of major cryptocurrencies: The role of investor happiness. Journal of Behavioral and Experimental Finance*, 30. <https://doi.org/10.1016/j.jbef.2021.100463>
- Carfi, D., & Musolino, F. (2014). *Speculative and hedging interaction model in oil and U.S. dollar markets with financial transaction taxes. Economic Modelling*, 37, 306–319.
<https://doi.org/10.1016/j.econmod.2013.11.003>

- Chung, S. L., Hung, C. H., & Yeh, C. Y. (2012). *When does investor sentiment predict stock returns? Journal of Empirical Finance*, 19(2), 217–240.
<https://doi.org/10.1016/j.jempfin.2012.01.002>
- Conlon, T., Corbet, S., & McGee, R. J. (2021). *Inflation and cryptocurrencies revisited: A time-scale analysis. Economics Letters*, 206.
<https://doi.org/10.1016/j.econlet.2021.109996>
- Corbet, S., Katsiampa, P., & Lau, C. K. M. (2020). *Measuring quantile dependence and testing directional predictability between Bitcoin, altcoins and traditional financial assets. International Review of Financial Analysis*, 71.
<https://doi.org/10.1016/j.irfa.2020.101571>
- Dastgir, S., Demir, E., Downing, G., Gozgor, G., & Lau, C. K. M. (2019). *The causal relationship between Bitcoin attention and Bitcoin returns: Evidence from the Copula-based Granger causality test. Finance Research Letters*, 28, 160–164.
<https://doi.org/10.1016/j.frl.2018.04.019>
- Day, M. Y., & Ni, Y. (2023). *Be greedy when others are fearful: Evidence from a two-decade assessment of the NDX 100 and S&P 500 indexes. International Review of Financial Analysis*, 90. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2023.102856>
- Dias, I. K., Fernando, J. M. R., & Fernando, P. N. D. (2022). *Does investor sentiment predict bitcoin return and volatility? A quantile regression approach. International Review of Financial Analysis*, 84. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2022.102383>
- Duan, K., Zhao, Y., Wang, Z., & Chang, Y. (2023a). *Asymmetric spillover from Bitcoin to green and traditional assets: A comparison with gold. International Review of Economics and Finance*, 88, 1397–1417. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2023.06.036>
- Duan, K., Zhao, Y., Wang, Z., & Chang, Y. (2023b). *Asymmetric spillover from Bitcoin to green and traditional assets: A comparison with gold. International Review of Economics and Finance*, 88, 1397–1417. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2023.06.036>
- Dunbar, K., & Owusu-Amoako, J. (2023). *Predicting inflation expectations: A habit-based explanation under hedging. International Review of Financial Analysis*, 89.
<https://doi.org/10.1016/j.irfa.2023.102816>

- Enilov, M., & Mishra, T. (2023). *Gold and the herd of Cryptos: Saving oil in blurry times. Energy Economics*, 122. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2023.106690>
- Esparcia, C., & López, R. (2024). *Performance of crypto-Forex portfolios based on intraday data. Research in International Business and Finance*, 69. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2024.102217>
- Fang, L., Bouri, E., Gupta, R., & Roubaud, D. (2019). *Does global economic uncertainty matter for the volatility and hedging effectiveness of Bitcoin? International Review of Financial Analysis*, 61, 29–36. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2018.12.010>
- Gambarelli, L., Marchi, G., & Muzzioli, S. (2023). *Hedging effectiveness of cryptocurrencies in the European stock market. Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 84. <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2023.101757>
- Golitsis, P., Gkasis, P., & Bellos, S. K. (2022). *Dynamic spillovers and linkages between gold, crude oil, S&P 500, and other economic and financial variables. Evidence from the USA. North American Journal of Economics and Finance*, 63. <https://doi.org/10.1016/j.najef.2022.101785>
- Ho, K. Y., Zheng, L., & Zhang, Z. (2012). *Volume, volatility and information linkages in the stock and option markets. Review of Financial Economics*, 21(4), 168–174. <https://doi.org/10.1016/j.rfe.2012.06.001>
- Hoque, M. E., Billah, M., Alam, M. R., & Tiwari, A. K. (2024a). *Gold-backed cryptocurrencies: A hedging tool against categorical and regional financial stress. Global Finance Journal*, 60. <https://doi.org/10.1016/j.gfj.2024.100964>
- Hoque, M. E., Billah, M., Alam, M. R., & Tiwari, A. K. (2024b). *Gold-backed cryptocurrencies: A hedging tool against categorical and regional financial stress. Global Finance Journal*, 60. <https://doi.org/10.1016/j.gfj.2024.100964>
- Hung, J. C., Liu, H. C., & Yang, J. J. (2021). *Trading activity and price discovery in Bitcoin futures markets. Journal of Empirical Finance*, 62, 107–120. <https://doi.org/10.1016/j.jempfin.2021.03.001>
- Jia, Z., Tiwari, S., Zhou, J., Farooq, M. U., & Fareed, Z. (2023). *Asymmetric nexus between Bitcoin, gold resources and stock market returns: Novel findings from quantile estimates. Resources Policy*, 81. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.103405>

- Jiménez, I., Mora-Valencia, A., & Perote, J. (2024). *Bitcoin halving and the integration of cryptocurrency and forex markets: An analysis of the higher-order moment spillovers*. *International Review of Economics and Finance*, 92, 302–315.
<https://doi.org/10.1016/j.iref.2024.02.022>
- Joo, Y. C., & Park, S. Y. (2024). *Hedging Bitcoin with commodity futures: An analysis with copper, gas, gold, and crude oil futures*. *North American Journal of Economics and Finance*, 72. <https://doi.org/10.1016/j.najef.2024.102127>
- Kayani, U. N., Aysan, A. F., Khan, M., Khan, M., Mumtaz, R., & Irfan, M. (2024). *Unleashing the pandemic volatility: A glimpse into the stock market performance of developed economies during COVID-19*. *Heliyon*, 10(4).<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e25202>
- Kołodziejczyk, H. (2023). *Stablecoins as diversifiers, hedges and safe havens: A quantile coherency approach*. *North American Journal of Economics and Finance*, 66. <https://doi.org/10.1016/j.najef.2023.101912>
- Kyriazis, N. A., Papadamou, S., & Tzeremes, P. (2023). *Are benchmark stock indices, precious metals or cryptocurrencies efficient hedges against crises? Economic Modelling*, 128. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2023.106502>
- Kyriazis, N., Papadamou, S., Tzeremes, P., & Corbet, S. (2024). *Quantifying spillovers and connectedness among commodities and cryptocurrencies: Evidence from a Quantile-VAR analysis*. *Journal of Commodity Markets*, 33. <https://doi.org/10.1016/j.jcomm.2024.100385>
- Lahiani, A., Jeribi, A., & Jlassi, N. B. (2021). *Nonlinear tail dependence in cryptocurrency-stock market returns: The role of Bitcoin futures*. *Research in International Business and Finance*, 56. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2020.101351>
- Lee, G., & Ryu, D. (2024). *Investor sentiment or information content? A simple test for investor sentiment proxies*. *North American Journal of Economics and Finance*, 74. <https://doi.org/10.1016/j.najef.2024.102222>
- Li, K., Liu, Y., Wan, H., & Huang, Y. (2021a). *A discrete-event simulation model for the Bitcoin blockchain network with strategic miners and mining pool managers*. *Computers and Operations Research*, 134. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2021.105365>

- Li, K., Liu, Y., Wan, H., & Huang, Y. (2021b). *A discrete-event simulation model for the Bitcoin blockchain network with strategic miners and mining pool managers*. *Computers and Operations Research*, 134. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2021.105365>
- Lipowski, E. E. (2008). *Developing great research questions*. *American Journal of Health-System Pharmacy*, 65(17), 1667–1670. <https://doi.org/10.2146/ajhp070276>
- Liu, J., & Valcarcel, V. J. (2024). *Hedging inflation expectations in the cryptocurrency futures market*. *Journal of Financial Stability*, 70. <https://doi.org/10.1016/j.jfs.2023.101205>
- López-Cabarcos, M. Á., Pérez-Pico, A. M., Piñeiro-Chousa, J., & Šević, A. (2021a). *Bitcoin volatility, stock market and investor sentiment. Are they connected?* *Finance Research Letters*, 38. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2019.101399>
- López-Cabarcos, M. Á., Pérez-Pico, A. M., Piñeiro-Chousa, J., & Šević, A. (2021b). *Bitcoin volatility, stock market and investor sentiment. Are they connected?* *Finance Research Letters*, 38. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2019.101399>
- Lyócsa, Š., Molnár, P., Plíhal, T., & Širaňová, M. (2020). *Impact of macroeconomic news, regulation and hacking exchange markets on the volatility of bitcoin*. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 119. <https://doi.org/10.1016/j.jedc.2020.103980>
- Milton, H, Raviv, A, *Differences of Opinion Make a Horse Race*, *The Review of Financial Studies*, Volume 6, Issue 3, August 1993, Pages 473–506. <https://doi.org/10.1093/rfs/5.3.473>
- Nakamoto, S. (2008). *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*.
- Nekhili, R., & Sultan, J. (2022). *Hedging Bitcoin with conventional assets*. *Borsa Istanbul Review*, 22(4), 641–652. <https://doi.org/10.1016/j.bir.2021.09.003>
- Obanya, P. O., Seitshiro, M., Olivier, C. P., & Verster, T. (2024). *A permutation entropy analysis of Bitcoin volatility*. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 638. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2024.129609>
- Okoroafor, U. C., & Leirvik, T. (2023). *Time-varying market efficiency of safe-haven assets*. *Finance Research Letters*, 56. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2023.104024>
- Patel, R., Gubareva, M., Chishti, M. Z., & Teplova, T. (2024). *Connectedness between healthcare cryptocurrencies and major asset classes: Implications for hedging and*

investments strategies. International Review of Financial Analysis, 93.

<https://doi.org/10.1016/j.irfa.2024.103181>

Pati, P. C. (2022). *Informativeness of CME Micro Bitcoin Futures in Pricing of Bitcoin: Intraday Evidence. Finance Research Letters*, 49.

<https://doi.org/10.1016/j.frl.2022.103084>

Rehman, M. U., Katsiampa, P., Zeitun, R., & Vo, X. V. (2023). *Conditional dependence structure and risk spillovers between Bitcoin and fiat currencies. Emerging Markets Review*, 55. <https://doi.org/10.1016/j.ememar.2022.100966>

Sáez-Hernández, R., Luque, M. J., Mauri-Aucejo, A. R., Morales-Rubio, Á., & Cervera, M. L. (2024). *A two-way analytical investigation of ancient gold coins: Elemental and colorimetric description of precious materials. Heliyon*, 10(14).

<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e34623>

Sapkota, N. (2022a). *News-based sentiment and bitcoin volatility. International Review of Financial Analysis*, 82. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2022.102183>

Sarker, P. K., & Wang, L. (2022). *Co-movement and Granger causality between Bitcoin and M2, inflation and economic policy uncertainty: evidence from the U.K. and Japan. Heliyon*, 8(10). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11178>

Selmi, R., Wohar, M., Deisting, F., & Kasmaoui, K. (2023). *Dynamic inflation hedging performance and downside risk: A comparison between Islamic and conventional stock indices. Quarterly Review of Economics and Finance*, 91, 56–67.

<https://doi.org/10.1016/j.qref.2023.07.006>

Seltman, H. J. (2018). *Experimental Design and Analysis. Gifted Education in Private Primary Schools in Hadhramout District, Yemen. Pittsburgh: Carnegie Mellon University. Creative Education*, Vol.12 No.2.

Sevastjanov, P., Kaczmarek, K., & Rutkowski, L. (2024). *A multi-model approach to the development of algorithmic trading systems for the Forex market. Expert Systems with Applications*, 236. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.121310>

Shiller, R. J. (2003). *From Efficient Markets Theory to Behavioral Finance. In Journal of Economic Perspectives* (Vol. 17).

- Tang, C. H., Lee, Y. H., Huang, Y. L., & Liu, Y. X. (2024). *The impact of index futures crash risk on bitcoin futures returns and volatility*. *Heliyon*, 10(2).
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e24126>
- Ugolini, A., Reboredo, J. C., & Mensi, W. (2023). *Connectedness between DeFi, cryptocurrency, stock, and safe-haven assets*. *Finance Research Letters*, 53.
<https://doi.org/10.1016/j.frl.2023.103692>
- Wang, S., Zhou, B., & Gao, T. (2023). *Speculation or actual demand? The return spillover effect between stock and commodity markets*. *Journal of Commodity Markets*, 29.
<https://doi.org/10.1016/j.jcomm.2022.100308>
- Younis, I., Naeem, M. A., Shah, W. U., & Tang, X. (2025). *Inter- and intra-connectedness between energy, gold, Bitcoin, and Gulf cooperation council stock markets: New evidence from various financial crises*. *Research in International Business and Finance*, 73.
<https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2024.102548>
- Yousaf, I., Abrar, A., & Yarovaya, L. (2023). *Decentralized and centralized exchanges: Which digital tokens pose a greater contagion risk?* *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 89. <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2023.101881>
- Zhang, S., & Mani, G. (2021). *Popular cryptoassets (Bitcoin, Ethereum, and Dogecoin), Gold, and their relationships: Volatility and correlation modeling*. *Data Science and Management*, 4, 30–39. <https://doi.org/10.1016/j.dsm.2021.11.001>
- Zhao, W., & Wang, Y. D. (2022). *On the time-varying correlations between oil-, gold-, and stock markets: The heterogeneous roles of policy uncertainty in the US and China*. *Petroleum Science*, 19(3), 1420–1432. <https://doi.org/10.1016/j.petsci.2021.11.015>