



Universidade de Évora - Escola de Ciências Sociais

Mestrado em Economia Monetária e Financeira

Dissertação

**Comparação do mercado de criptomoedas com os mercados
de ativos tradicionais.**

Miguel Ângelo Vences da Fonseca Filipe Bernardo

Orientador(es) | Carlos Manuel Vieira
Fernanda P. M. Peixe

Évora 2022



Universidade de Évora - Escola de Ciências Sociais

Mestrado em Economia Monetária e Financeira

Dissertação

**Comparação do mercado de criptomoedas com os mercados
de ativos tradicionais.**

Miguel Ângelo Vences da Fonseca Filipe Bernardo

Orientador(es) | Carlos Manuel Vieira
Fernanda P. M. Peixe

Évora 2022



A dissertação foi objeto de apreciação e discussão pública pelo seguinte júri nomeado pelo Diretor da Escola de Ciências Sociais:

Presidente | Isabel Viegas Vieira (Universidade de Évora)

Vogais | Andreia Teixeira Basílio (Universidade de Évora) (Arguente)
Fernanda P. M. Peixe (Universidade de Évora) (Orientador)

Resumo

O mercado das criptomoedas tem atraído, cada vez mais, a atenção não só dos investidores como também da comunicação social, devido ao seu crescimento exponencial nesta última década. O objetivo desta dissertação é comparar o mercado da bitcoin com os mercados de alguns ativos mais tradicionais, com o intuito de perceber qual a natureza deste novo tipo de ativo digital. As variáveis em análise são o preço das duas criptomoedas com maior capitalização de mercado, a bitcoin e a ethereum, dois índices bolsistas, o FTSE100 e o S&P500, o preço das unidades de participação no fundo de investimento ETF em ouro SPDR Gold Trust, o preço spot do ouro, os futuros do petróleo bruto, o índice de volatilidade do mercado (VIX), a taxa de câmbio euro/dólar, a taxa euribor e a taxa fed. O período temporal de análise é de 04/01/2011 a 31/12/2020.

Após a realização da análise de raízes unitárias e cointegração, concluímos que não existe uma relação de equilíbrio de longo prazo entre a bitcoin e as restantes variáveis, com a possível exceção do preço spot do ouro. Contudo, existe uma forte possibilidade de valores passados da taxa de variação da bitcoin influenciarem os valores atuais da taxa de variação de outra variável, ou vice-versa, uma vez que encontramos causalidade à Granger da bitcoin para a ethereum, S&P500, fed e futuros do petróleo, e, em sentido inverso, do preço das unidades de participação no fundo de investimento ETF em ouro SPDR Gold Trust e do preço spot do ouro para a bitcoin. Por último, utilizámos modelos heteroscedásticos GARCH para analisar a volatilidade individual de cada mercado, tendo encontrado várias diferenças entre a bitcoin e os mercados de ativos mais tradicionais, mas um padrão de volatilidade semelhante ao dos futuros do petróleo.

Palavras-chave:

- Bitcoin;
- Ativos financeiros;
- Mercado acionista;
- Mercado monetário;
- Ouro;
- Volatilidade.

Title: Comparison of the cryptocurrency market with traditional asset markets.

Abstract

The cryptocurrency market has gathered more and more attention, not only from investors but also from the media, due to its exponential growth in the last decade. The aim of the dissertation is to compare the cryptocurrency market with more traditional asset markets in order to understand the nature of this new type of digital asset.

The data that is being analysed are bitcoin, ethereum, FTSE100, S&P500, golden shares, gold spot price, crude oil future price, market volatility price, exchange rate, euribor rate and fed rate. The sample period is from 04/01/2011 to 31/12/2020.

After applying unit roots and cointegration analysis we concluded that there is no long term equilibrium relationship between bitcoin and each of the other variables under study, with the possible exception of the gold spot price. Nevertheless, we found that the bitcoin's past values can help forecast the actual value of some of the other variables or vice-versa, since we found Granger causality from bitcoin to ethereum, S&P500, oil future prices and fed rate, and, on the other hand, from gold shares and gold spot price to bitcoin.

Finally, we applied the heteroskedastic GARCH models to study the individual volatility of each market, having found several differences between bitcoin and more traditional financial assets markets, but similarities with the volatility pattern of oil futures.

Keywords:

- Bitcoin;
- Financial assets;
- Stock market;
- Money market;
- Gold;
- Volatility.

Agradecimentos

Queria agradecer a todos aqueles que me apoiaram durante a criação desta dissertação e me incentivaram a continuar focado na resolução desta.

De modo bastante particular e com especial atenção, agradeço aos professores Carlos Vieira e Fernanda Peixe, que demonstraram toda a dedicação, disponibilidade e orientação durante toda a fase de concretização desta dissertação.

Agradeço ainda, à minha família que me acompanhou neste percurso e demonstrou todo o apoio para que conseguisse realizar este meu objetivo.

ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| Índice de Figuras..... | 7 |
| Índice de Tabelas..... | 9 |
| Listagem de Abreviaturas ou Siglas | 10 |
| 1. INTRODUÇÃO..... | 11 |
| 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E ENQUADRAMENTO TEÓRICO..... | 15 |
| 2.1 O mercado das criptomoedas | 15 |
| 2.2 A natureza das criptomoedas..... | 21 |
| 2.2.1 As criptomoedas como moeda de transação..... | 23 |
| 2.2.2 As criptomoedas como ativo de investimento e especulação..... | 30 |
| 2.2.3 As criptomoedas como reserva de valor | 37 |
| 3. DADOS E METODOLOGIA..... | 43 |
| 4. RESULTADOS..... | 51 |
| 5. CONCLUSÕES | 58 |
| BIBLIOGRAFIA..... | 60 |
| ANEXOS..... | 64 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 2.1: Evolução do valor absoluto do preço de fecho diário da bitcoin..... | 16 |
| Figura 2.2: Comparação do logaritmo das cotações das duas criptomoedas com maior peso do mercado..... | 20 |
| Figura 2.3: Comparação do logaritmo das cotações da variável bitcoin com as variáveis do mercado de câmbio e monetário..... | 29 |
| Figura 2.4: Comparação do logaritmo das cotações da variável bitcoin com os logaritmos das variáveis do mercado de ações, o índice de volatilidade (VIX) e o mercado de futuros..... | 36 |
| Figura 2.5: Comparação do logaritmo das cotações da variável bitcoin com os logaritmos do mercado do ouro..... | 42 |
| Figura 3.1: Logaritmo do preço de fecho diário da bitcoin e da ethereum..... | 46 |
| Figura 3.2: Logaritmo do preço de fecho diário da FTSE100 e da S&P500..... | 47 |
| Figura 3.3: Logaritmo do preço de fecho diário das unidades do ETF em ouro e do preço spot do ouro..... | 47 |
| Figura 3.4: Valores de fecho diário da taxa de câmbio eur/usd, da euribor a 6 meses e a fed a 1 ano..... | 48 |
| Figura 3.5: Logaritmo do preço de fecho diário dos contratos de futuros WTI do petróleo..... | 48 |
| Figura 3.6: Logaritmo do valor de fecho diário do índice de volatilidade (VIX)..... | 49 |
| Figura A1: Valores absolutos do preço da bitcoin e da ethereum..... | 64 |
| Figura A2: Valores absolutos dos índices ftse100, s&p500 e futuros do petróleo bruto..... | 64 |

| | |
|---|----|
| Figura A3: Valores absolutos dos preços do ouro e unidades do ETF em ouro..... | 65 |
| Figura A4: Valores da taxa de câmbio EUR/USD, taxa euribor a 6meses e a taxa fed a 1ano..... | 65 |
| Figura A5: Comparação dos valores absolutos do mercado da bitcoin com os índices ftse100 e s&p500..... | 66 |
| Figura A6: Comparação dos valores absolutos do mercado da bitcoin com as unidades do ETF em ouro..... | 66 |
| Figura A7: Comparação dos valores absolutos do mercado da bitcoin com o preço spot do ouro..... | 67 |
| Figura A8: Comparação dos valores absolutos do mercado da bitcoin com os futuros Wti do petróleo bruto..... | 67 |
| Figura A9: Comparação do valor absoluto do preço da bitcoin com as taxas euribor a 6 meses e a taxa fed a 1ano..... | 68 |
| Figura A10: Comparação do valor absoluto do preço da bitcoin com a taxa de câmbio EUR/USD..... | 68 |

ÍNDICE DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1: Descrição das variáveis analisadas neste trabalho..... | 44 |
| Tabela 2: Estatísticas descritivas das variáveis em análise e correlação com a bitcoin..... | 50 |
| Tabela 3: Análise da estacionaridade das variáveis..... | 52 |
| Tabela 4: Análise de cointegração entre as variáveis de interesse..... | 53 |
| Tabela 5: Causalidade à Granger entre a bitcoin e as restantes variáveis..... | 54 |
| Tabela 6: Análise GARCH das variáveis em estudo..... | 56 |

LISTAGEM DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

ADF – (teste de) Dickey-Fuller aumentado

ARCH – (Modelo) autoregressivo condicionalmente heteroscedástico

ARMA – (Modelo) autorregressivo e de médias móveis

ETF – Fundo de investimento negociado na Bolsa de Valores

FED – Sistema de Reserva Federal dos Estados Unidos

FTSE 100 – Índice da Bolsa de Valores do Financial Times

GARCH – (Modelo) ARCH generalizado

Gold Shares – Unidades de participação num fundo de investimento do ouro

LOC- Library of Congress

S&P 500 – Standard & Poor's 500

VAR – Vetor autoregressivo

VIX – Índice de volatilidade do mercado de ações

1. INTRODUÇÃO

Esta dissertação visa a realização de um estudo da relação entre o mercado das criptomoedas e mercados alternativos, de modo a perceber como a bitcoin se comporta em relação a outros mercados, e com qual deles tem mais afinidades. Iremos assim tentar perceber a relação do mercado das criptomoedas com o mercado do ouro, o mercado de ações, o mercado de futuros, o mercado de câmbio e o mercado monetário, num período temporal compreendido entre 04 de janeiro de 2011 a 31 de dezembro de 2020. Deste modo, podemos verificar como o mercado de criptoativos se relaciona com mercados alternativos, ou seja queremos investigar se a bitcoin se comporta mais como um ativo de reserva de valor, em que os investidores procuram o seu mercado quando existe alguma instabilidade económica, tal como acontece com o ouro, ou se, por outro lado, se enquadra mais num mercado acionista ou de futuros, sendo vista como um ativo de investimento e/ou especulação, ou até se a bitcoin é vista simplesmente como moeda de transação, daí a comparação com o mercado monetário.

A variável central desta dissertação é a bitcoin, dado ser a grande representante do mercado de criptomoedas, tendo uma percentagem superior a mais de metade do mercado. Por forma a comprovar que as restantes criptomoedas seguem os movimentos de mercado da bitcoin incluímos a ethereum (segunda criptomoeda com maior volume de mercado) neste estudo. O propósito é perceber a relação entre estas criptomoedas, e assim deduzir até que ponto a bitcoin pode representar todo o mercado de criptoativos no nosso estudo. Em virtude da enorme proximidade entre as duas maiores criptomoedas do mercado, tendo em conta que as cotações da ethereum seguem os movimentos das cotações da bitcoin, foi decidido que, no nosso estudo, a variável bitcoin representaria todo o mercado das criptomoedas, devido à sua enorme preponderância no mercado.

Na última década, o surgimento das criptomoedas levou à criação de um novo mercado, o mercado de criptoativos (moedas digitais), e consequentemente perspectivas diferentes dos investidores sobre os mercados e constituição da sua carteira de investimentos. O crescimento acentuado deste mercado, nos últimos anos, provocou um elevado interesse por parte dos investidores, consequentemente aumentaram os estudos e as análises sobre o mesmo. Surgiu então a necessidade de identificar e clarificar o funcionamento deste novo mercado. Assim, a questão principal que se procura responder neste trabalho é “Qual é o mercado tradicional com que a bitcoin mais se assemelha?”.

Para tal, iremos comparar, individualmente, cada tipo de mercado com o mercado das criptomoedas, mais concretamente da bitcoin e assim identificar qual é o mercado de que esta mais se aproxima.

As criptomoedas, especialmente a bitcoin, têm atraído a atenção da comunicação social, embora ainda exista um grande receio e incompreensão deste mercado por parte da maioria da população, principalmente pelo facto de não ser regulamentado. Este mercado tem tido um desenvolvimento muito acentuado nos últimos tempos, sendo até considerado o mercado do futuro por diversos especialistas, como Henriques & Sadorsky (2018) e Vo & Xu (2017).

O elevado crescimento do mercado das criptomoedas, principalmente da bitcoin, na última década, bem como o interesse por parte dos investidores que detêm uma expectativa elevada na obtenção de lucros com a bitcoin são, entre outras, algumas das razões que levaram à escolha deste tema.

O tema abordado neste artigo é de enorme importância para diversos meios, como o académico, empresarial, entre outros. As imensas dúvidas e incertezas relativamente à natureza das criptomoedas exigem mais estudos acerca do tema para aumentar a confiança no mesmo.

O mercado das criptomoedas tinha alcançado números recorde no final do ano de 2020, e conseqüentemente chama a atenção de diversos intervenientes, levando a comparações entre esse mercado e outros de diferentes tipos, como o mercado de ações, o mercado do ouro, etc.

Nesta dissertação tentaremos responder a diversas questões, tais como:

- “Qual é o mercado tradicional que mais se aproxima do mercado da bitcoin?”
- “As criptomoedas estão mais correlacionadas com o mercado europeu ou norte-americano?”
- “Podemos considerar a bitcoin uma nova forma de pagamento?”
- “É a bitcoin um novo ativo de reserva de valor?”
- “Qual a importância da bitcoin numa carteira de investimentos?”

A resposta a essas questões deverá ajudar a perceber as características das criptomoedas, para um melhor conhecimento deste “novo mercado” por parte de todos os intervenientes.

Em vários estudos como Dyhrberg (2016a), Dyhrberg (2016b), Baur, Hong & Lee (2018), Sahoo (2017) e Guesmi et al. (2019), entre outros, podemos observar a relação do mercado da bitcoin com outros mercados, usando o modelo

GARCH. Este trabalho usa também os modelos GARCH para analisar a volatilidade dos diversos ativos, em comparação com a bitcoin. No entanto, fazemos previamente uma análise de longo prazo, usando cointegração, e uma análise de curto prazo, através de testes de causalidade à Granger, esta última na linha de Almeida, Correia & Dionísio (2021).

A grande atração pelo mercado das criptomoedas deve-se muito ao facto de existirem diversas hipóteses da bitcoin ser aceite como um meio de pagamento legal em muitos países dos diversos continentes (Rahimi & Sharifian, 2020), apesar de ainda não o ser considerado em tantos países como os seus utilizadores gostariam. Esse fator torna-se relevante para o preço da bitcoin, pois o facto de ser aceite como um meio de pagamento em alguns países, mas noutros não existir essa aceitação ou haver mesmo a proibição de pagamentos via bitcoin, causa alguns constrangimentos.

No fim de 2021, *Library of Congress* (LOC) através das suas revisões periódicas sobre a posição dos diversos países em relação ao uso da bitcoin, identificam 103 países em que os seus governos atuam através das suas agências financeiras reguladoras no desenvolvimento de regulamentos e prioridades para as instituições financeiras em relação ao uso de criptomoedas, esses países são EUA, Canadá e o Reino Unido, entre outros. É de realçar ainda a posição de El Salvador que em junho de 2021 declarou a bitcoin como moeda legal, como irei abordar de forma mais detalhada numa secção mais à frente. Por outro lado, existem países que desconfiam deste mercado devido à sua elevada volatilidade e descentralização, defendendo que a bitcoin ameaça os sistemas monetários atuais e são usadas para atividades ilícitas, como tráfico de droga e lavagem de dinheiro, por essas razões existem 46 países que detêm proibições implícitas para o uso de criptomoedas, sendo alguns destes Camarões, Geórgia e as Maldivas, ainda mais severa é a posição de 9 países, como a China, o Egito e o Qatar que possuem proibições absolutas em relação às criptomoedas (Bajpai, 2021).

A diferente aceitação por parte dos vários países, faz com que exista uma grande incerteza no mercado da bitcoin. O facto de não ser um mercado regulado leva também a uma grande volatilidade do preço e da procura, como faz notar Aalborg, Molnár & Vries (2019).

Estas razões, entre outras, despertaram o nosso interesse pelo mercado da bitcoin, escolhendo esse tema para uma melhor compreensão e conhecimento do mesmo. Para além da motivação pessoal, encontramos assim interesse académico e prático na análise

do mercado da bitcoin e a sua relação com os mercados de ativos alternativos, como o mercado de ações, o mercado monetário ou até o mercado do ouro.

Este trabalho está estruturado da seguinte forma: no próximo capítulo procede-se a uma revisão bibliográfica sobre este tópico e faz-se um enquadramento teórico do mesmo. No capítulo 3 apresentam-se os dados usados no trabalho empírico, faz-se uma análise descritiva dos mesmos e descreve-se a metodologia. No capítulo 4 discutem-se os resultados, e no capítulo 5 apresentam-se as principais conclusões.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E ENQUADRAMENTO TEÓRICO

2.1 O mercado das criptomoedas

O aparecimento das criptomoedas em 2009, ocorreu com a criação da bitcoin por parte de um programador ou de um grupo de programadores com o pseudónimo de Satoshi Nakamoto (Kaushal, Bagga & Sobti, 2017). Foi neste mesmo ano que aconteceram as primeiras vendas de bitcoin, sendo esta negociada a 0,07 USD, Aalborg, Molnár & Vries (2019) estuda todo o mercado da bitcoin, através de variáveis como a volatilidade, o retorno, o volume de negociação e o volume de transação num horizonte temporal compreendido entre 01 de março de 2012 a 19 de março de 2017. Esse mercado tornou-se deveras interessante, desde o famoso “Bitcoin Pizza Day” em que um programador decidiu comprar duas pizzas com 10.000 bitcoins em 22 de maio de 2010. Esta foi a primeira vez que as criptomoedas serviram como meio de pagamento e, a partir daí, surgiu uma pergunta: Pode a bitcoin vir a substituir as moedas fiduciárias? No final de 2018 existiam mais de 1.700 criptomoedas e o volume de transações diárias era superior a 150 bilhões de dólares (Chen et al., 2019). Contudo, não havendo um regulador ou um centro único de negociação, é difícil determinar o número exato de criptomoedas existentes no mercado, os valores variam consideravelmente de acordo com a fonte de dados¹, mas atualmente o número pode superar a marca de 19.000 criptomoedas. Dados recolhidos pelo site Finbold com base na CoinMarketCap, destacam o market cap das criptomoedas avaliado em cerca de 1,7 triliões de dólares, apesar desse valor ter superado a marca de 2,2 triliões no final do ano anterior (Marques, 2022), (Kharpal, 2022) e (Kibet, 2022).

A escolha da bitcoin como representação do mercado das criptomoedas, nesta dissertação, deve-se ao facto de a bitcoin representar uma grande percentagem do volume global de mercado, tendo sido a primeira criptomoeda criada e a actualmente mais valiosa do mercado. Ainda assim, efetuamos uma comparação entre a bitcoin e a ethereum, que é a segunda criptomoeda mais valorizada do mercado, com o objetivo de compreender a interação entre as duas criptomoedas mais representativas do mercado.

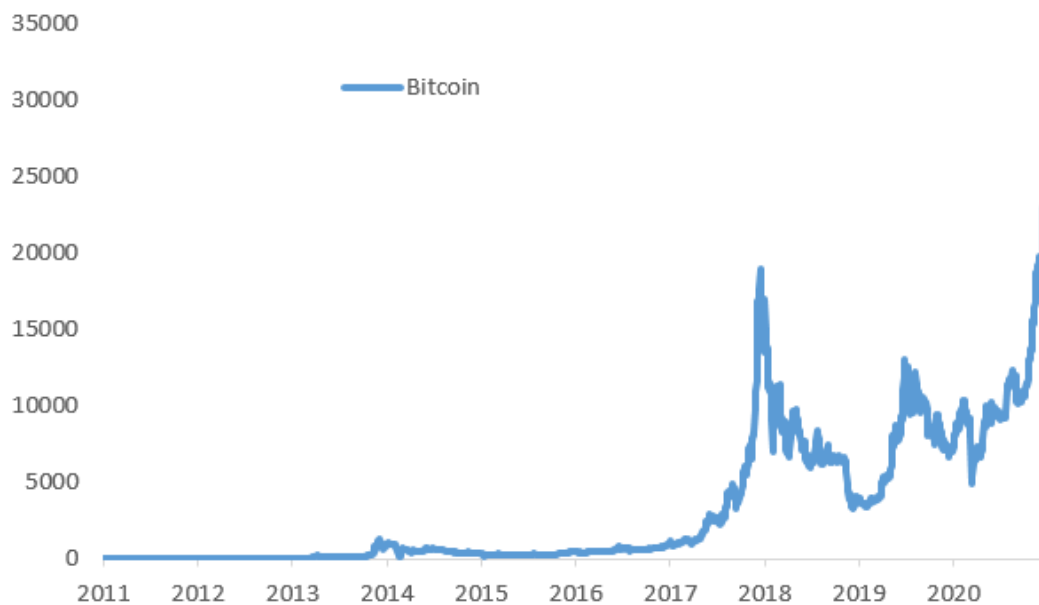
Apesar da dificuldade na obtenção concreta do número total de investidores de criptomoedas, por ser um mercado não regulado, podemos perceber que existem cada vez mais plataformas de negociação de criptomoedas, assim como um número crescente de investidores do mercado. Com a mesma dificuldade enunciada anteriormente devido à falta de reguladores

¹ CoinMarketCap, NASDAQ e CNBC

do mercado de criptomoedas, é de grande importância realçar a dificuldade em obter valores oficiais, mas empresas focadas no ramo identificam esse crescimento acentuado, como é o caso da NextAdvisor que de acordo com um estudo da Grayscale Investments afirma que 55 por cento dos investidores começaram a investir no ano de 2021, essas empresas destacam a bitcoin e a ethereum como as criptomoedas mais seguras para se investir, contudo realçam a importância do estudo e do conhecimento neste mercado incerto (Gailey, 2022).

De acordo com os dados recolhidos para esta dissertação, o volume de transação da bitcoin em 2010 atingiu valores máximos diários de 187 mil dólares, com a maioria dos dias a registarem valores inferiores a 50 mil dólares. Contudo, com o passar dos anos e com o crescimento deste mercado, esses valores já eram muito diferentes, visto que a meio da década esses valores já eram de 517 mil dólares e conseqüentemente com a grande maioria dos dias a apresentaram um volume de transação superior a 50 mil dólares e muitos deles até de 100 mil dólares. Posteriormente no fim desta mesma década, com a continuação da evolução do mercado da bitcoin já podemos ver vários dias com um volume de transação superior a 2 milhões de dólares e com a grande maioria dos dias com números superiores a 500 mil dólares, como se pode ver na Figura 2.1.

Figura 2.1: Evolução do valor absoluto do preço de fecho diário da bitcoin



É importante realçar que estes valores são extraídos dos nossos dados da bitcoin e devemos, sempre, complementar essa informação com modelos de análise, como vamos elaborar ao longo do nosso trabalho, dado que esses valores sozinhos não dão mais informações para além dos valores absolutos do mercado, porque pode existir apenas dez investidores que movimentam entre eles um volume de transação de um milhão de dólares, como podemos ter cinco mil investidores que movimentam entre eles um volume de transação de cem mil dólares. Contudo, fica uma breve descrição dos dados obtidos para uma melhor compreensão e conhecimento do desenvolvimento e crescimento do mercado das criptomoedas mais concretamente da bitcoin nos últimos anos.

O elevado crescimento do mercado das criptomoedas, trouxe a necessidade da criação de um índice global que permita sintetizar o movimento global do mercado das criptomoedas, como acontece com os mercados de ativos mais tradicionais que vamos comparar com a bitcoin neste trabalho. Trimbom & Härdle (2018) destacam o índice CRIX como um índice para o mercado de ativos digitais.

O artigo refere que o mercado das criptomoedas é único devido a vários motivos, sendo alguns deles o facto de existir uma enorme volatilidade no mercado, a estrutura do mercado está em constante mudança e o número de criptomoedas existentes altera constantemente com um surgimento/desaparecimento das mesmas.

Os índices têm por base um número fixo de constituintes que representa o mercado, a dificuldade é fixar esse mesmo número e assim desenvolver regras para os constituintes existentes tendo em conta as mudanças no mercado, conseqüentemente esse desafio é ainda mais difícil no mercado das criptomoedas, visto que o mesmo está constantemente a sofrer alterações. Portanto, o índice para o mercado das criptomoedas (CRIX) é baseado na análise de regressão linear AIC, que é usada na comparação entre vários modelos, em que o modelo com menor valor AIC apresenta uma maior qualidade e simplicidade do mesmo, logo é um melhor modelo estatístico e é esse que deve ser utilizado.

A era digital está a evoluir muito significativamente, Jackson & Ahuja (2016) demonstram uma transformação acentuada no marketing, com repercussões na sociedade, na tecnologia e nos meios de pagamento, com cada vez mais empresas a oferecer sistemas de pagamento digital, os telemóveis progrediram digitalmente e até os serviços bancários estão a transitar para a era digital, esses sinais comprovam que estamos perante uma economia digital. A evolução do mercado das criptomoedas tem sido aceite por alguns estados, o caso mais sonante é o El Salvador que considerou a bitcoin como moeda oficial do seu país, mas também os EUA e Austrália, entre outros aceitam a bitcoin como uma moeda legal, fazendo parte da sua

interação económica ou até funcionando como meio de pagamento legal, visto que o crescimento das moedas digitais formou um padrão de atividades digitais inovadoras, mostrando assim sinais evidentes da sua aceitação e aprofundamento da liquidez por parte de vários intervenientes, logo é cada vez mais importante um olhar atento sobre os movimentos e dinâmicas gerais desse novo mercado.

O mercado das criptomoedas detém algumas especificidades idênticas aos mercados dos ativos mais tradicionais, como é o caso da existência de bolhas nos preços dos seus ativos ou até a capacidade de eficiência do mercado².

No caso do mercado das criptomoedas, Corbet, Lucey & Yarovaya (2018) examinam a existência de bolhas nos preços da bitcoin e da ethereum, bem como as respetivas datas das suas ocorrências. Este artigo fornece a visão sobre a relação sobre o preço das criptomoedas e as variáveis explicativas fundamentais que podem gerar condições para a existência de uma bolha no mercado. Os autores concluem que não existem evidências claras da existência de uma bolha persistente no mercado da bitcoin ou até da ethereum, mas referem que isso não significa que o preço esteja certo com o seu valor, pois considerando as interligações teóricas entre o preço das criptomoedas, liquidez e a sua blockchain, os autores afirmam que existem períodos de curto prazo distintos em que as variáveis fundamentais influenciam o preço de ambas as criptomoedas, mas esses efeitos não duram muito tempo. Os autores realçam ainda que encontram evidências para afirmar que a bitcoin está numa fase de bolha desde que o seu preço passou o valor de mil dólares.

Cheah & Fry (2015) analisam as bolhas especulativas nos mercados da bitcoin, relatando as primeiras especificidades do mercado. Tal como acontece com outros ativos, os autores mostram que a bitcoin detém bolhas especulativas, encontrando evidências empíricas de que o preço fundamental³ da bitcoin é zero.

Numa perspetiva de analisar a eficiência dos mercados das criptomoedas, Tran & Leirvik (2020) demonstram que o nível de eficiência de mercado das cinco maiores criptomoedas varia bastante ao longo do tempo, sendo o período de análise de 29 de abril de 2013 a 28 de fevereiro de 2019. As criptomoedas escolhidas pelos autores são a bitcoin, a ethereum, a litecoin, a ripple e a eos.io, estas estão entre as criptomoedas mais importantes do mercado, devido à sua percentagem de mercado.

² Quando preço de mercado é uma estimativa racional e não tendenciosa do valor real do investimento

³ É o valor de um ativo tendo em conta todos os seus componentes, incluindo os elementos tangíveis e intangíveis.

Segundo a análise elaborada por Tran & Leirvik (2020), verificamos que o mercado das criptomoedas é, na sua maioria, ineficiente nos anos anteriores a 2017, o que já não acontece no período posterior. Os autores aplicaram uma medida robusta de eficiência, concluindo assim que, no geral, a litecoin é a criptomoeda mais eficiente e a ripple é a menos eficiente. O mercado das criptomoedas tem recebido muita atenção por parte, não só, dos investidores como também dos reguladores, nestes últimos anos. Contudo, segundo a análise realizada neste artigo, podemos verificar, que o mercado das criptomoedas é sensível a vários eventos, pois basta uma maior incerteza no mercado que este caí a pique.

Após a realização de todos os modelos, Tran & Leirvik (2020) concluem que na globalidade os preços das criptomoedas em análise foram significativamente pouco eficientes. No entanto, realçam os sinais que a eficiência de todas as criptomoedas está a melhorar, segundo o modelo de Magnitude de Ineficiência de Mercado Ajustada (AMIM) verificou-se uma grande queda na ineficiência nos últimos seis trimestres, o que demonstra o risco de investimento neste mercado, devido à sua incerteza e volatilidade.

O risco condicional⁴ no mercado das criptomoedas é uma das maiores preocupações por parte dos seus intervenientes, sendo este, o risco que os investidores estão sujeitos ao investirem neste mercado. Por essa razão, Borri (2019) analisa este risco em quatro criptomoedas, a bitcoin, a ripple, a ethereum e a litecoin. As criptomoedas são transacionadas 24 horas por dia durante os 7 dias da semana, portanto o autor dispõe dos dados diários sem interrupção no período analisado, sendo que esse período acaba a 15 de abril de 2018, mas o início é diferente em cada criptomoeda devido à sua data de criação e transação, logo o horizonte temporal é diferente de variável para variável. Borri (2019) identifica que as criptomoedas em análise estão altamente expostas ao risco dentro do seu mercado, mas não estão expostas ao risco em relação a outros tipos de mercado, como por exemplo o mercado de ações dos EUA e o ouro. O autor realça a importância da diversificação da carteira de criptomoedas, apesar destas estarem altamente correlacionadas tendo em conta o seu retorno. A diversificação da carteira de criptomoedas oferece um retorno equilibrado e ajustado ao risco maior do que o investimento individual numa determinada criptomoeda. Os resultados obtidos indicam que as carteiras de criptomoedas podem oferecer um elevado e atraente retorno e que são excelentes para *hedge* quando estão incluídas nas carteiras dos investidores. Contudo, tendo

⁴ Medida de risco que ajuda os investidores e as empresas a compreender a quantidade máxima de risco e de perda que estão sujeitos.

em conta a sua liquidez, um investidor deve deter uma percentagem baixa de criptomoedas na sua carteira de ativos ideal.

Por fim, o autor concluí que existem variáveis específicas das criptomoedas que podem prever o risco futuro do investimento, sendo algumas delas, a alta volatilidade e o volume de negociação/transação, apesar da previsibilidade de todas as variáveis diminuir ao longo do horizonte temporal.

A evolução dos valores utilizados, neste estudo, relativamente às duas criptomoedas com maior peso no mercado, com a finalidade na identificação das semelhanças entre a bitcoin e a ethereum podem ser observados na Figura 2.2.

Figura 2.2: Comparação do logaritmo das cotações das duas criptomoedas com maior peso do mercado



2.2 A natureza das criptomoedas

O mercado das criptomoedas é um mercado bastante recente, apesar de apresentar um grande crescimento e desenvolvimento nos últimos 3 a 4 anos, como foi mencionado anteriormente, o surgimento deste mercado ocorreu com a criação da bitcoin no final da primeira década do século XXI, sendo que nos primeiros 2 a 3 anos, este mercado estava numa fase embrionária. O facto de o mercado ser relativamente recente, mas também de ser um mercado não regulamentado, levanta inúmeras incertezas. Uma das dúvidas levantadas por diversos autores é sobre a natureza das criptomoedas, se devem ser consideradas como moeda fiduciária e assim funcionariam como um meio de pagamento, se podem ser vistas como um ativo de investimento, portanto deterem características idênticas às ações, ou até se funciona como um ativo de especulação, e assim poderem incorporar no mercado de futuros, como acontece nos contratos de futuros dos ativos tradicionais, os compradores e vendedores comprometem-se a comprar/vender uma quantidade de um ativo financeiro numa data futura, a um preço pré-determinado, ou se por outro lado devem ser observadas como um ativo de porto seguro, funcionando como reserva de valor da mesma forma que o ouro.

Neste trabalho, através da comparação entre os vários mercados, iremos tentar perceber em qual dos mercados tradicionais a bitcoin se enquadra. Se as suas características estão mais próximas do mercado monetário, detendo particularidades idênticas à moeda (USD, EUR, etc.), se por outro lado a bitcoin contém características parecidas ao mercado de capitais, possuindo especificidades semelhantes ao índice de ações, ou se, por sua vez, a bitcoin engloba características análogas a um ativo de reserva de valor, usufruindo de particularidades correspondentes ao ouro.

Em 2015, começaram a surgir diversos artigos de análise do mercado das criptomoedas devido ao elevado crescimento do mercado e, conseqüentemente, o maior interesse no mesmo. Bouoiyour & Selmi (2015) e Bonneau et al. (2015) demonstram as perspectivas e os desafios de pesquisa para o mercado das criptomoedas, mais especificamente para a bitcoin, assim como os determinantes do preço do mercado. Para se perceber a economia, a tecnologia e o envolvimento dos governos nesse mercado, Böhme et al. (2015) tratam destas questões num dos primeiros artigos a analisar o mercado da bitcoin, tentando perceber o impacto deste na economia.

Posteriormente, começaram a aparecer artigos que comparavam o mercado da bitcoin com os diversos mercados de ativos mais tradicionais, por exemplo o mercado de capitais, o

mercado monetário e o mercado do ouro, como forma de tentar responder à questão “Qual é a finalidade das criptomoedas?”. Dyhrberg, (2016a) e Baur, Dimpfl & Kuck (2018) através de modelos GARCH analisam a relação entre a bitcoin, o ouro e o dólar, demonstrando as capacidades e as vantagens do uso da bitcoin nos mercados financeiros e na gestão do risco, visto que, para esses autores, a bitcoin está classificada entre o ouro e o dólar americano. Dyhrberg (2016b), Chan, Le & Wu (2019) e Hussain Shahzad et al. (2020) investigam se a bitcoin pode proteger e diversificar o risco numa carteira de investimentos de diversas ações, possuindo algumas características de *hedge* idênticas ao ouro. Numa análise mais global, Bouri et al. (2017) utiliza um modelo dinâmico de correlação condicional para examinar se a bitcoin pode atuar como *hedge* e refúgio seguro para os principais índices de ações do mundo, ouro, petróleo e o dólar americano.

2.2.1 As criptomoedas como moeda de transação

A bitcoin é vista, por alguns intervenientes, como um meio de pagamento e por isso é considerada como moeda, até porque já houve várias transações efetuadas com a bitcoin como meio de pagamento. Numa perspetiva da bitcoin ser interpretada como uma moeda de pagamento, existem autores que comparam a bitcoin com o mercado monetário com o objetivo de perceber se a bitcoin pode vir a substituir a moeda fiduciária como meio de pagamento, como é o caso de Hendrickson & Luther (2021a), Hendrickson & Luther (2021b) e Hendrickson & Luther (2017).

Na primeira semana de setembro de 2021, El Salvador tornou-se no primeiro país a aceitar a bitcoin como moeda corrente. O país, que tem o dólar como moeda oficial desde 2001, adotou agora a bitcoin como moeda oficial. Essa decisão gerou uma onda de protestos e críticas por parte de diversos cidadãos, visto que o mercado das criptomoedas é característico pelo elevado risco e volatilidade. Menos de 60% descarregaram a aplicação *Chivo Wallet*⁵ e apenas 20% continuam a usar esse aplicativo após usar o bônus de inscrição (Zamrodah, 2022). Como consequência dessa medida, todos os estabelecimentos comerciais em El Salvador deverão aceitar pagamentos em bitcoin a par do dólar, que continua como meio de pagamento no país. Para demonstrar da melhor maneira as medidas de implementação da bitcoin por parte de El Salvador, o país disponibilizou 30 dólares em bitcoins aos cidadãos que se registarem na carteira digital (Chivo). Uma das principais preocupações da população na adoção dessa medida é o facto da volatilidade da criptomoeda ser elevada, contudo o governo parece bastante firme na sua decisão com a adoção da criptomoeda como nova moeda oficial.

O presidente Nayib Bukele comprou os primeiros 200 bitcoins para o seu país quando anunciou a bitcoin como moeda oficial, mas em menos de uma semana El Salvador já possuía 550 bitcoins (Kshetri, 2022). Essa procura fez com que a bitcoin tenha ultrapassado a barreira dos 52.000 dólares pela primeira vez desde maio de 2021. Contudo, o presidente de El Salvador quis ir mais longe, pedindo um empréstimo ao FMI no valor de 1 bilião de dólares para auxiliar o país na implementação da bitcoin como moeda oficial. Esse empréstimo foi prontamente negado por parte do FMI, alegando que o país detém um histórico de corrupção e consequentemente a adoção da bitcoin facilita as lavagens de dinheiro (Kshetri, 2022).

Por outro lado, o Banco Central Europeu (BCE) está a analisar a criação de uma concorrência para o meio de pagamento mais tradicional. A fase de estudo visa a incorporação

⁵ Aplicativo usado em El Salvador para transações com criptomoedas

do euro digital ou “criptoeuro” nos meios de pagamento da zona euro, tendo como objetivo substituir de forma progressiva as moedas de euro e as notas de papel timbrado. Em agosto de 2021, o BCE concebeu um projeto-piloto para lançar a primeira criptomoeda com chancela da União Europeia (UE). O projeto tem a duração máxima estimada em 5 anos até à emissão do primeiro euro digital, conseqüentemente a fase de investigação decorrerá durante 2 anos, contudo só após essa fase é esperada uma decisão final sobre criação definitiva do euro digital.

Estudos como Hendrickson & Luther (2021a) e Hendrickson & Luther (2021b) afirmam que existe a possibilidade da substituição da bitcoin pelas moedas tradicionais, ou até a circulação conjunta dos dois tipos de moeda, dependendo da taxa associada ao processamento das transações de bitcoin, os agentes usam ou não essa criptomoeda.

Hendrickson & Luther (2021b) tentam compreender como pode a bitcoin competir ou até mesmo substituir a moeda fiduciária atual que funciona como forma de pagamento em todo o mundo. Para facilitar o estudo proposto pelos autores, estes referem que devemos ser capazes de determinar o valor que se dá ao dinheiro intrinsecamente inútil, ou seja, em que condições os agentes económicos prefeririam deter uma moeda em detrimento de outra. Neste artigo, a moeda fiduciária e a bitcoin são abordados em equilíbrio, visto que se não estivessem em equilíbrio, os agentes económicos iriam deter apenas moeda se a taxa de transação de bitcoin fosse demasiado elevada, e por sua vez iriam deter apenas bitcoin se a taxa fosse mínima. Um assunto bastante importante abordado em Hendrickson & Luther (2021b) é o facto da recompensa pela mineração da bitcoin, a cada x unidades de bitcoin que mineram, ser cortada para metade a cada 210.000 blocos. Conseqüentemente, à medida que a recompensa do bloco cai para zero, o sistema de bitcoin vai depender cada vez mais das taxas de transações para encorajar os mineiros a processar as transações.

Desde o lançamento da bitcoin, esta tem-se posicionado como uma alternativa ao banco central, no que diz respeito ao dinheiro fiduciário administrado. O maior problema para essa substituição é a elevada confiança que é necessária para fazer funcionar todo o sistema económico com um meio de pagamento aceitável por todos os agentes económicos. No futuro, o sistema está programado para depender inteiramente das taxas de transação da bitcoin. Portanto, para os autores do artigo a afirmação da bitcoin depende das taxas de transação, porque quanto menor for esse custo mais disponíveis vão estar as pessoas no uso desta criptomoeda.

O modelo teórico usado em Hendrickson & Luther (2021b) utiliza “dois tipos de dinheiro”, sendo um o dinheiro fiduciário administrado pelo banco central e o outro a bitcoin. Para simplificar, assume-se que a oferta de moeda cresce de uma forma constante e que o banco

central toma as melhores medidas para que a moeda seja mais reconhecível para desencorajar a falsificação desta criptomoeda. Os autores especificam que a taxa de crescimento da bitcoin é zero, porque como o modelo estudado é de um horizonte infinito e, como refere o artigo, a bitcoin tem um fornecimento limitado em 21 milhões. O estudo aborda a relação do custo de troca de bitcoins que inclui uma taxa de transação da criptomoeda e um custo adicional incorrido para prevenir fraudes.

Ao longo do artigo, os autores expõem que desde que exista um papel desejável para o dinheiro é sempre possível a obtenção de três resultados:

- Apenas circula a bitcoin como forma de pagamento;
- Apenas circula a moeda fiduciária como forma de pagamento;
- Tanto a bitcoin como a moeda fiduciária podem circular como forma de pagamento.

Portanto, os autores descrevem que a bitcoin pode ser utilizada como forma de pagamento no futuro, seja de forma exclusiva seja ao lado da moeda fiduciária. Obviamente que esses resultados dependem das características de ambas, com especial atenção à relação entre a taxa de crescimento da moeda e a taxa associada ao processamento das transações da bitcoin. Os autores defendem que a bitcoin é mais provavelmente aceite em países que detenham um maior risco de crescimento do dinheiro, visto que se a taxa de retorno da moeda for suficientemente baixa, os agentes económicos preferem usar a bitcoin para realizar as suas transações. O artigo de Hendrickson & Luther (2021b) expõe ainda que é mais plausível que a bitcoin circule para pagamentos de grandes quantidades se as taxas de transação forem fixas, uma vez que a taxa proporcional efetiva é menor para transações maiores.

Outra questão bastante abordada nesse artigo é o facto da possibilidade de falsificação seja da moeda seja da bitcoin, pois os autores mencionam que quanto mais fácil for a falsificação da moeda maior será o interesse do uso da bitcoin por parte dos agentes económicos, conseqüentemente se existir uma grande facilidade de falsificar ou burlar os sistemas informáticos de forma a obter “bitcoins falsas”, os agentes económicos irão preferir utilizar as moedas como meio de pagamento. Por outras palavras, quanto maior for a confiança dos agentes económicos num meio de pagamento, maior será a sua disponibilidade e segurança no uso deste meio de pagamento.

Num outro artigo elaborado por estes autores, Hendrickson & Luther (2021a) discutem a privacidade financeira oferecida pelo dólar, os dólares digitais e a bitcoin, bastante importante

para perceber as diferenças da privacidade financeira de cada instrumento financeiro. Tendo em conta a privacidade financeira, a bitcoin normalmente oferece mais privacidade do que os dólares digitais, por não se tratar de um mercado regulado, conseguem-se transacionar bitcoins sem a informação da pessoa que está a fazê-lo mas, por outro lado, a bitcoin pode ser mais interessante que os dólares, no que diz respeito a todo o rastreio das transações da moeda, assinalando o registo de todas as transações anteriores, apesar de não se saber quem detém ao certo a moeda, sabem-se todas as transações desta.

Contudo, os próprios autores do artigo referem que este detém algumas debilidades. Apesar de no modelo teórico assumirem apenas a moeda e a bitcoin, para simplificar a sua análise e interpretação dos resultados, no mundo real existem muitas variáveis, para além destas expostas no modelo, como por exemplo outro tipo de moeda para além do dólar mencionado no modelo ou até outra criptomoeda para além da bitcoin. Por outro lado, o artigo explora outras questões para além da sua principal questão que é “Qual a probabilidade de a bitcoin competir com as moedas fiduciárias no futuro?”. Através do modelo utilizado, os autores afirmam, que essa probabilidade depende dos custos de transação de cada uma, pois os utilizadores irão escolher a moeda que seja preciso despende menor valor da sua riqueza.

Bildirici & Sonustun (2021), através do método MS-GARCH-MLP, elaborado com as variáveis bitcoin, ouro, prata e cobre, no período entre 02 de fevereiro de 2012 e 29 de maio de 2020, analisa a relação entre as mesmas. Os resultados obtidos expõem a existência de persistência e evidências de contágio entre as variáveis. Contudo foi também analisado o desempenho da previsão do modelo utilizado no estudo, que demonstrou que o melhor desempenho no longo prazo é entre a bitcoin e a prata.

Outras informações alcançadas neste estudo demonstram que a bitcoin e o ouro são uma ferramenta de investimento nas eras pandémicas e tal como acontece noutros artigos mencionados anteriormente, os investidores devem confiar na bitcoin e no ouro no que toca à composição e gestão da sua carteira de investimentos. Em regime de baixa e de alta volatilidade, tanto a bitcoin como o ouro apresentam movimentos muito semelhantes.

Todos os resultados obtidos neste estudo comprovam que a bitcoin pode ser uma excelente alternativa de investimento entre as diversas variáveis em análise (ouro, prata e cobre) e é muito provável que esta se torne num meio de pagamento importante muito em breve.

Por outro lado, vários autores defendem afincadamente o mercado da bitcoin e o seu elevado crescimento nos últimos anos, mas também existem autores que são extremamente críticos deste mercado. É de elevada importância realçar que o mercado das criptomoedas ainda

está a ser bastante analisado por parte dos governos de diversos países, contudo essas decisões acerca da aceitação ou não da bitcoin podem mudar consoante a decisão de cada governo. Hendrickson & Luther (2017) demonstraram que qualquer governo pode banir a bitcoin, desde que esteja disponível para utilizar punições muito severas para o uso da criptomoeda. Taleb (2021) refere que a bitcoin falhou em satisfazer a noção de moeda sem o controlo do governo, visto que não pode ser uma reserva de valor de curto ou de longo prazo, notando que o seu valor esperado não é superior a 0, nem opera como uma proteção confiável contra a inflação e o facto de não constituir, nem mesmo remotamente, um porto seguro para os próprios investimentos. Consequentemente, o autor analisa a história monetária e demonstra que um verdadeiro numerário deve ser aquele que detém uma variação mínima em relação ao grande leque de bens e serviços, o que não acontece no mercado em análise, visto que este detém uma oscilação bastante acentuada durante um curto período de tempo.

Um caso concreto, para uma melhor compreensão do tema abordado, é olharmos para o ano 2020. Apesar de ter sido um ano atípico devido à pandemia da covid-19, podemos observar a grande oscilação do mercado da bitcoin. Observou-se também uma oscilação considerável nos outros mercados quando o mundo parou, afetando todo o ano de 2020.

Esses mercados tiveram enormes decréscimos com este acontecimento, pelo contrário o mercado da bitcoin que começou o ano de 2020 com valores a rondar os 7 mil dólares por bitcoin e apesar de descer para valores inferiores a 6 mil dólares a meio do mês de março, na primeira semana de abril já tinha recuperado chegando até a ultrapassar o valor de 7 mil dólares. Posteriormente, se analisarmos a totalidade do ano de 2020, conseguimos perceber melhor ainda a grande volatilidade do mercado, visto que a 31 de dezembro de 2020 a bitcoin apresentava valores a rondar os 29 mil dólares por unidade, e tendo em conta apenas o mês de dezembro, podemos verificar que no último mês de 2020 o valor da criptomoeda valorizou cerca de 10 mil dólares por cada unidade passando de valores a rondar os 19 mil dólares nos primeiros dias de dezembro para valores a rondar os 29 mil dólares por unidade, como se pode verificar na Figura 2.1.

Este fator é aceite pelos críticos desta criptomoeda, pois defendem que é impossível um mercado com esse elevado grau de volatilidade ser considerado como uma potencial moeda de pagamento futuro, substituindo assim a moeda fiduciária atual. Titov et al. (2021) e Mendoza-Tello et al. (2018) analisam, de forma distinta, a inclusão das criptomoedas no sistema de pagamentos eletrónicos. Titov et al. (2021) chamam a atenção para os riscos e as perspectivas das criptomoedas no sistema financeiro global, através de uma análise comparativa entre as criptomoedas e a moeda no mercado atual. Recorrendo ao seu estudo verificamos que

a plataforma blockchain EOS é capaz de competir com empresas líderes de mercado no sistema de pagamentos, como é o caso da Visa, sendo essa plataforma capaz de um processamento de 50.000 transações por segundo, consegue satisfazer a maioria das necessidades de transferência de dinheiro no mercado mundial, já no caso da plataforma Visa o número de transações por segundo ronda as 47.000 (Visa, 2014). Na opinião do autor, um sistema de criptomoedas promissor deve incluir características como a capacidade de processamento das transações para a utilização da moeda digital como principal meio de pagamento.

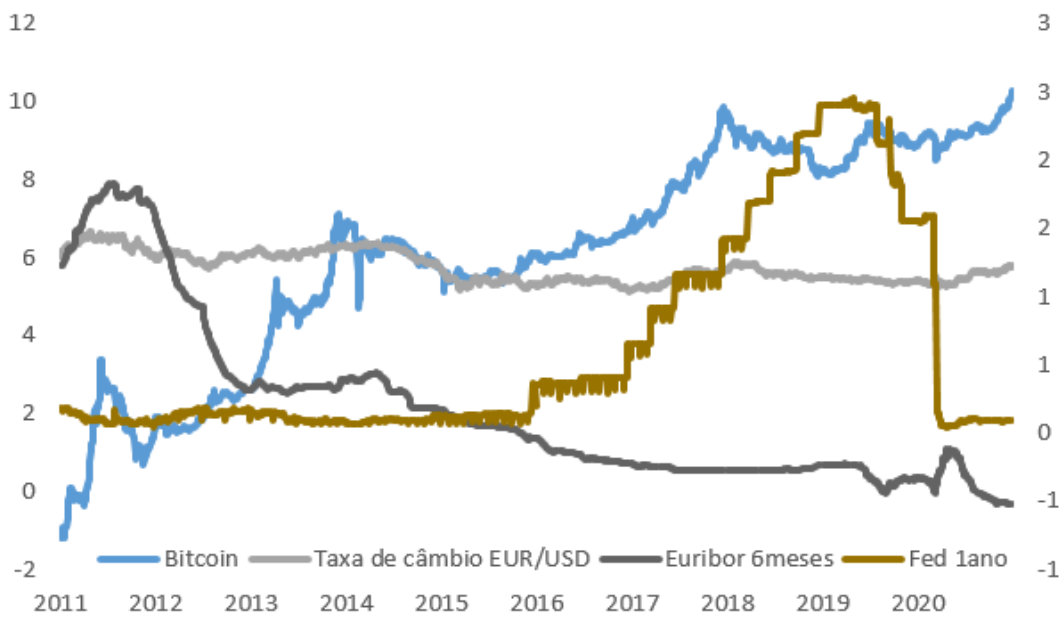
Para analisar a carteira de investimento para investidores que negociam nas cinco principais moedas nacionais, Bedi & Nashier (2020) examinam as capacidades de diversificação da bitcoin para uma carteira de investimento global distribuído por seis classes de ativos do ponto de vista dos investidores que realizam negociações nas cinco principais moedas fiduciárias, sendo estas, o dólar americano, a libra esterlina, o euro, o iene japonês e o yuan chinês, num período de análise de 101 meses (de julho de 2010 a dezembro de 2018). Devido ao declínio prolongado no valor da bitcoin no ano de 2018, o autor utilizou o valor em risco condicional modificado (CVaR) que é uma medida de avaliação do risco que quantifica o risco existente para uma determinada carteira de investimentos e desvio padrão como medidas de risco para realizar otimizações da carteira de investimento. Os resultados indicam que as carteiras denominadas em ienes japoneses, yuan chineses e dólares americanos devem ter um investimento maior em bitcoin e exibem melhorias nos retornos ajustados ao risco devido ao investimento em bitcoin.

Numa relação direta entre a bitcoin e as moedas fiduciárias, Dyhrberg (2016a), Dyhrberg (2016b), Baur, Dimpfl & Kuck (2018) e Bouri et al. (2017) realizam uma análise para perceber a proximidade entre as moedas. Dyhrberg (2016a) afirma que a bitcoin tem imensas semelhanças com o dólar, visto que detém características de um meio de troca, reagindo significativamente à taxa de juros federal, o que aponta para a proximidade entre a bitcoin e as moedas. Ainda assim, o autor realça que como a bitcoin é descentralizada e está incluída num mercado não regulamentado, nunca será exatamente como as moedas no mercado atual. Bouri et al. (2017) afirmam que os seus resultados espelham a capacidade de diversificador eficaz do risco na maioria dos casos por parte da bitcoin, mas é preciso ter cautela em relação à volatilidade e liquidez do mercado. No entanto Dyhrberg (2016b), embora demonstre que a bitcoin detém capacidade de *hedge* em relação ao dólar no curto prazo, apresenta evidências empíricas de que a bitcoin é muito diferente das moedas fiduciárias, contrariamente a Dyhrberg (2016a) e Baur, Dimpfl & Kuck (2018). Na sua análise econométrica demonstra que a bitcoin possui características únicas de risco-retorno, seguindo

um processo de volatilidade diferente, comparando com outros ativos, não estando correlacionada com os mesmos.

Os valores do logaritmo da bitcoin, da taxa de câmbio, da taxa euribor a 6 meses e da taxa fed a 1 ano, utilizados neste trabalho, para a comparação da bitcoin como uma moeda de transação podem ser observados na Figura 2.3.

Figura 2.3: Comparação do logaritmo das cotações da variável bitcoin com as variáveis do mercado de câmbio e monetário



Legenda: eixo principal-bitcoin; eixo secundário-restantes variáveis.

2.2.2 As criptomoedas como ativo de investimento e especulação

Existem vários investidores que utilizam a bitcoin como forma de rendimento e especulação do mercado, daí a nossa comparação da bitcoin com o mercado de ações e com o mercado de futuros. Numa tentativa de perceber se a bitcoin pode ser vista como títulos mobiliários usados na obtenção de lucros, realizou-se a comparação entre esta e algumas ações das diversas bolsas globais, ou se pode funcionar como um ativo de especulação como acontece no mercado de futuros, daí a comparação entre a bitcoin e os futuros do preço do petróleo bruto.

Um tema bastante abordado pelos autores é perceber onde se posiciona a bitcoin numa carteira de investimento e como esta pode reduzir o risco do portfólio de investimento, aumentando a possibilidade de lucro dos investidores. Dyhrberg (2016a), Dyhrberg (2016b), Baur, Dimpfl & Kuck (2018), Corbet et al. (2018), Chan, Le & Wu (2019) e Bouri et al. (2017) procuram identificar as características da bitcoin num investimento. Dyhrberg (2016a), Dyhrberg (2016b), Guesmi et al. (2019), Corbet et al. (2018) e Bouri et al. (2017) analisam o mercado de criptomoedas como uma nova classe de ativos de investimento.

Dyhrberg (2016a) e Dyhrberg (2016b) em ambos os artigos usa dados obtidos da bitcoin, da taxa de câmbio dólar-euro e dólar-libra e o índice FTSE100 no coindesk.com e datastream de 19 de julho de 2010 a 22 de maio de 2015, e através de modelos GARCH procura explorar as capacidades financeiras da bitcoin. No primeiro artigo o autor demonstra várias semelhanças entre a bitcoin, as ações, o ouro e o dólar, assumindo que a criptomoeda se encontra entre uma moeda e uma mercadoria, portanto pode ser usada como uma ferramenta de diversificação para os investidores avessos ao risco, sendo um instrumento útil para gerir a carteira de investimento e a análise de risco de mercado. No segundo artigo, o autor concentra-se nas capacidades de *hedging* da bitcoin, fazendo a comparação entre esta e o mercado de ações (FTSE), bem como as taxas de câmbio (USD/GBP e USD/EUR), chegando à conclusão que a bitcoin pode ser usada não só como *hedge* contra o índice de ações FTSE (Financial Times Stock Exchange), mas também contra o dólar americano no curto prazo. Portanto, a bitcoin pode ser considerada uma ferramenta disponível para os intervenientes de mercado se protegerem do risco específico de mercado.

Também através de modelos GARCH, Chan, Le & Wu (2019) investigam se a bitcoin pode proteger e diversificar o risco contra várias ações, tais como a Euro STOXX, Nikkei, Shanghai A-Share, S&P500 e o Índice TSX, usando retornos diários, semanais e mensais de outubro de 2010 a outubro de 2017. Examinando a dinâmica dos retornos em diferentes

frequências de dados, concluem que a bitcoin é um *hedge* forte e eficaz para todos esses índices de frequências de dados mensais. No entanto, os retornos diários e semanais não demonstram fortes propriedades de *hedge*. Outros testes de modelos de dependência de frequência revelam que os retornos da bitcoin são fortes coberturas contra os índices S&P500 e Euro sobre frequência de dados média, e também contra o Shanghai A-Share sobre frequência de dados baixa.

Corbet et al. (2018) sustentam a posição do mercado das criptomoedas como uma nova classe de ativos de investimento graças à elaboração de um modelo empírico com dados da bitcoin, ripple, litecoin, S&P500, VIX, o preço spot do ouro, MSC GSCI Total Returns Index, US\$ Broad Exchange Rate e Markit ITTR110, com um espaço temporal compreendido entre 29 de abril de 2013 e 30 de abril de 2017. Existe evidência de que as criptomoedas podem oferecer benefícios de diversificação para os investidores. Uma vez que estão correlacionados entre si e possuem padrões de correlação semelhantes a outras classes de ativos os autores defendem as criptomoedas numa carteira de investimentos, mas sublinham a importância da elaboração de mais estudos sobre o comportamento das criptomoedas em relação à política monetária e à sua regulação.

Usando dados diários e semanais de 18 de julho de 2011 a 22 de dezembro de 2015 dos preços da bitcoin, preço spot do ouro, preço spot do petróleo, o dólar americano, S&P500, FTSE100, DAX30, Nikkei 225 e Shanghai A-share através da Thomson Reuters Datastream e Bitstamp. Bouri et al. (2017) referem que a bitcoin possui propriedades de *hedge* e porto seguro para os investidores mas, apesar do crescimento do mercado do ativo digital, a literatura financeira desta criptomoeda é bastante prematura portanto deve ter-se cautela no uso desta na carteira de investimentos.

Baur, Hong, et al. (2018) procuram identificar o uso atual e o uso que prevalecerá no futuro da bitcoin. Usando uma amostra entre junho de 2010 e julho de 2015 dos dados da bitcoin, S&P500, S&P600, preço spot do ouro, preço spot da prata e várias taxas de câmbio (EUR/USD, AUS/USD, JPY/USD, GBP/USD, CNY/USD e HUF/USD), observam as propriedades estatísticas da bitcoin e referem que esta não está correlacionada com os ativos mais tradicionais, seja em períodos de estabilidade económica, seja quando existe turbulência financeira. A análise de dados de transação das contas de bitcoin demonstra que esta criptomoeda é utilizada principalmente para um investimento especulativo e não como uma moeda ou meio de troca alternativo.

Jang et al. (2019) analisa a relação da bitcoin com os mercados de ativos mais tradicionais num período de cinco anos (janeiro de 2014 a dezembro de 2018), nomeadamente

o S&P500, o ouro e a taxa de câmbio USD/EUR. Através da análise da causalidade de Granger refere que a bitcoin interage ativamente com o mercado de ativos.

Guesmi et al. (2019) utilizam variáveis como a bitcoin, o ouro, o petróleo e as ações num período entre 01 de janeiro de 2012 a 05 de janeiro de 2018, explorando os efeitos cruzados condicionais e a volatilidade através do modelo GARCH. Os autores mostram que uma posição curta no mercado da bitcoin permite a proteção do investimento de risco para os vários ativos financeiros. As estratégias de *hedge* envolvendo os ativos referidos no artigo reduzem consideravelmente o risco da carteira, em comparação ao risco da carteira sem o uso da bitcoin. Bouri et al. (2017) usam o modelo de correlação condicional dinâmica para examinar se a bitcoin pode atuar como porto seguro para outros ativos (índice de ações mundiais, ouro, índice do dólar americano, etc.) de 18 de julho de 2011 a 22 de dezembro de 2015. Os resultados apresentados indicam que a bitcoin é adequada apenas para fins de diversificação, contudo as propriedades de cobertura da bitcoin e porto seguro variam entre os diferentes horizontes.

Os autores dos vários artigos pretendem assim responder a questões como: “Qual é o papel das criptomoedas numa carteira de investimentos?” Com base nos estudos, podemos afirmar que o mercado das criptomoedas pode ser visto como uma nova classe de ativos de investimento, mas como em todos os investimentos existem riscos, o problema é que neste novo mercado, o risco é difícil de proteger. O facto das criptomoedas estarem interligadas e deterem padrões semelhantes a outras classes de ativos leva os autores a acreditarem na evolução e consolidação das mesmas no mercado de investimentos. Contudo, salientam a importância de novas pesquisas sobre o comportamento das criptomoedas em relação à política monetária e à regulação dos mercados.

A pandemia da covid-19 contribuiu para uma aceleração da era digital, existindo inúmeros incentivos ao uso de cartões, pagamentos online, marcações por telemóvel ou até online, entre outras. Consequentemente, a evolução contínua da tecnologia deu origem a plataformas digitais para créditos e pagamentos e no aumento da procura por serviços digitais com o desenvolvimento desta pandemia, transportou a bitcoin para valores recordes, visto que muitas pessoas entraram neste mercado com o objetivo de investir o seu dinheiro.

O facto de existirem cada vez mais empresas que conjugam o fator tecnológico e financeiro, conseguindo assim a obtenção de custos muito mais baixos que as instituições tradicionais do mesmo setor, levando a que estas novas empresas consigam oferecer aos seus clientes melhores condições. Naturalmente, existem cada vez mais clientes a escolher essas

novas plataformas para colocarem o seu dinheiro, visto que conseguem obter melhores condições e melhores ofertas.

Durante o período da pandemia houve um aumento na aceitação do mercado das criptomoedas por parte dos investidores, visto que a procura por um *hedge* não tradicional tem crescido afincadamente nos últimos tempos, devido à incerteza instaurada na economia com o aparecimento da covid-19. Muitos intervenientes defendem que a impulsão dos mercados financeiros não convencionais é devido aos baixos rendimentos atuais dos investimentos alternativos.

A relação entre as volatilidades das criptomoedas e outros ativos financeiros foi bastante afetada pela covid-19, como observado por Ghorbel & Jeribi (2021) que analisam a volatilidade de cinco criptomoedas (bitcoin, ethereum, ripple, monero e dash), dos índices americanos (S&P500, VIX e NASDAQ), o petróleo e o ouro, num intervalo temporal de 1 de janeiro de 2016 a 1 de abril de 2020. Utilizando modelos GARCH, observam uma grande volatilidade entre as criptomoedas, mas por sua vez uma menor volatilidade entre as criptomoedas e os ativos financeiros.

Num período anterior à covid-19, os autores analisaram a capacidade da bitcoin e do ouro como *hedge* para os investidores da bolsa dos Estados Unidos da América. Tentando também concluir se as criptomoedas podem oferecer benefícios de diversificação para os seus investidores durante os períodos de estabilidade económica. Contudo, após o aparecimento da pandemia, observou-se um aumento na correlação entre as criptomoedas, os índices de ações dos EUA e o petróleo, o que comprova um maior contágio entre os mercados após este período. Com muitos investidores a interpretarem a bitcoin como substituta do ouro como um porto seguro nas suas carteiras, os autores realçam que os ativos digitais, ao contrário do ouro, não são o melhor investimento, no que toca a ativos seguros, para a diversificação da carteira durante a recente crise pandémica.

Os autores destacam o surto da covid-19 e a guerra de preços do petróleo entre a Rússia e a Arábia Saudita como os grandes fatores de destabilização do sistema económico e financeiro no início de 2020, pois os mercados de ações internacionais, os futuros e os preços do petróleo bruto caíram sucessivamente, e por sua vez o mercado do ouro não detém a mesma importância no sistema monetário internacional desde o colapso do BrettonWoods.

Os resultados dos modelos GARCH utilizados pelos autores mostram a maior volatilidade das criptomoedas dentro do seu mercado, por sua vez, quando a análise é entre as criptomoedas e os restantes ativos, essa volatilidade diminuí significativamente. Ghorbel & Jeribi (2021) mostram que as volatilidades condicionais das ações, do ouro e do

petróleo não dependem apenas da sua volatilidade passada mas também da volatilidade passada das criptomoedas. Ghorbel e Jeribi salientam ainda a importância do novo mercado como uma nova classe de ativos de investimento, visto que a sua correlação com outros mercados é relativamente baixa, pelo menos nos períodos de estabilidade económica e financeira.

Esta análise é também sustentada em Kurka (2019), Hussain Shahzad et al. (2020) e Baur, Hong, et al. (2018) revelam que a bitcoin não possui uma relação assim tão forte com os mercados de ativos mais tradicionais. Kurka (2019) estuda os mecanismos de transmissão assimétrica entre a bitcoin e os ativos mais tradicionais e afirma que existe potencial no uso da criptomoeda como ativo de *hedge*, mas essa propriedade pode não se verificar em diversos momentos. Este artigo analisa dados diários dos dias úteis de julho de 2011 a dezembro de 2018 das variáveis da bitcoin, do euro, do iene japonês, do petróleo bruto, do ouro, da S&P500 e da T-note (título da dívida pública do governo dos EUA). As criptomoedas, como acontece nesta dissertação, são representadas pela bitcoin, devido ao seu peso e importância no mercado das criptomoedas. Este artigo revela, de uma perspetiva incondicional, que a relação entre as criptomoedas e os ativos mais tradicionais é insignificante, no entanto, numa perspetiva condicional, existem períodos de transmissão dos choques entre a bitcoin e os restantes ativos, consequentemente retira o potencial da bitcoin como um ativo de proteção dos mercados mais tradicionais, tendo em conta que as oscilações do mercado das criptomoedas podem espalhar-se para a economia tradicional. Com o aumento da capitalização do mercado das criptomoedas, estes estudos são cada vez mais importantes, no âmbito económico.

Kurka (2019) acredita que descobrir as ligações e semelhanças entre os diversos tipos de mercados é a chave para avaliar completamente todos os riscos e benefícios das criptomoedas. Este relembra a “bolha pontocom”, que foi uma bolha especulativa das novas empresas da tecnologia nos últimos anos do século passado, e do seu ponto de vista demonstra a importância de compreender e interligar os possíveis canais de contágio. Este autor refere que, apesar de existir um maior número de pesquisas e estudos sobre as criptomoedas, devido ao seu rápido desenvolvimento, a maior parte dos mesmos foca-se no mercado individualmente, procurando então responder a questões relacionadas com a diversificação das criptomoedas ou até aos mecanismos dos preços no mercado das criptomoedas, como notam Dyrberg (2016b) e Balcilar et al.(2017).

Kurka (2019) com a utilização do modelo SAM⁶ calcula a diferença entre os índices de *spillover* positivos e negativos, utilizando um período temporal de julho de 2011 a dezembro

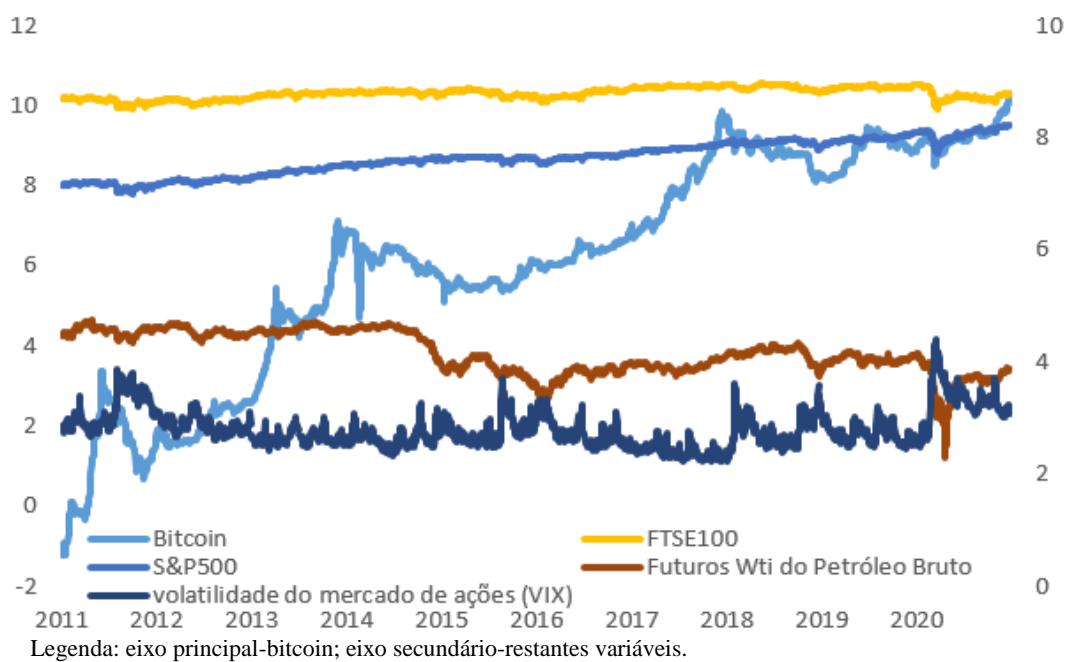
⁶ representa a proporção do mercado que é alterada com a mudança de políticas/acontecimentos

de 2018 de dados como as taxas de câmbio EUR/USD e JPY/USD, o ouro, o petróleo bruto, o S&P500 e T-note de 2 anos dos EUA. Perante os testes realizados, o autor refere que a baixa quantidade de choques recebidos de outros mercados confirma o potencial da bitcoin como diversificador ou *hedge* para os restantes ativos estudados, embora todos os investidores devam estar bastante cientes dos próprios choques dentro do mercado das criptomoedas. Primeiramente, a análise revela períodos de forte conexão entre a bitcoin e os ativos tradicionais, portanto apesar de existirem evidências de que a transmissão do choque seja insignificante no total, a propriedade de *hedge* pode não se verificar em todos os momentos. O artigo identifica que os picos nos *spillovers* variáveis no tempo estão relacionados com certo tipo de eventos, como por exemplo a mudança política e/ou interrupções nos mercados da bitcoin, e que alguns choques originados no mercado das criptomoedas se propagam para o mercado de ativos tradicionais. Contudo, o autor afirma que a assimetria alterna entre o positivo e o negativo com bastante regularidade ao longo de toda a amostra, apesar de existir uma assimetria positiva entre 2013 e 2015 que este relata estar interligado com o período pós-crise da sua amostra.

Hussain Shahzad et al. (2020) afirmam que a bitcoin não funciona como *hedge* no mercado de ações. Numa tentativa de ajudar na tomada de decisão por parte dos intervenientes de mercado, o artigo efetua uma comparação entre o ouro e a bitcoin com o mercado de ações do G7 (Canadá, França, Alemanha, Itália, Japão, Reino Unido e Estados Unidos) num horizonte temporal compreendido entre 19 de julho de 2010 e 22 de fevereiro de 2018, encontrando características de *hedge* bastante distintas entre o ouro e a bitcoin. Enquanto o ouro é um porto seguro indiscutível e uma proteção para vários índices de ações do G7, a bitcoin assume as duas capacidades, apenas no Canadá. Os resultados mostraram que os benefícios de diversificação condicional oferecidos pelo ouro aos investimentos em ações nos mercados do G7 são comparativamente maiores e mais estáveis do que a bitcoin, especialmente quando o mercado de ações e o do ouro estão em baixo. Portanto a capacidade de cobertura de risco por parte do ouro é muito superior à bitcoin no mercado de ações.

Os valores do logaritmo da bitcoin, do mercado de ações, do índice de volatilidade do mercado de ações (VIX) e os futuros Wti do petróleo bruto, utilizados neste trabalho, para a comparação da bitcoin como ativo de investimento e especulação podem ser observados na Figura 2.4.

Figura 2.4: Comparação do logaritmo das cotações da variável bitcoin com os logaritmos das variáveis do mercado de ações, o índice de volatilidade (VIX) e o mercado de futuros



2.2.3 As criptomoedas como reserva de valor

O ouro tem permanecido o metal precioso mais atraente, século após século, o que demonstra a importância deste na economia global. Após o crescimento acentuado do mercado da bitcoin, os investidores começaram a olhar para esta criptomoeda como um investimento alternativo, visto que tanto a bitcoin como o ouro parecem possuir recursos atraentes no que toca ao risco de carteira de ativos e à gestão de risco por parte dos investidores, como é o caso da cobertura de risco e da diversificação da carteira.

A bitcoin é vista como um ativo de reserva de valor por vários detentores de capital, portanto analisamos esses dois mercados, numa perspetiva de perceber as suas semelhanças, e se podemos ou não considerar a bitcoin como a nova reserva de valor, e se a bitcoin se aproxima das características do ouro numa carteira de ativos de investimento. O ouro é visto, por grande parte da população, como um ativo seguro para colocar o seu dinheiro, como forma de conseguir ter as suas poupanças mais seguras quando por exemplo existe uma grande instabilidade no mercado económico e financeiro.

Existem vários autores que analisam a relação entre a bitcoin e o ouro e como esses se encontram numa carteira de investimentos perante outros ativos. Dyhrberg (2016a) e Dyhrberg (2016b) através de modelos GARCH, identificam as capacidades financeiras da bitcoin, sendo que o autor assinala as parecenças entre a bitcoin, o ouro e o dólar, afirmando que esta se encontra numa carteira de investimento entre uma mercadoria e uma moeda para os investidores, portanto pode funcionar como instrumento de cobertura do risco de mercado e da carteira de ativos. Dyhrberg (2016b) conclui que a bitcoin é uma ferramenta bastante útil como *hedge* financeiro contra a FTSE e o dólar americano no curto prazo, logo a bitcoin assemelha-se ao ouro na questão de proteção do risco específico de mercado para os investidores. Guesmi et al. (2019) por intermédio de um modelo GARCH com variáveis como a bitcoin, o ouro, o petróleo e as ações, investigam se a bitcoin possui a capacidade de proteção do risco numa carteira de investimento com diversos ativos financeiros e as estratégias de cobertura de risco para os investidores, visto que o uso da bitcoin diminui significativamente o risco da carteira, numa comparação a uma carteira sem a bitcoin.

Do mesmo modo, Ghorbel & Jeribi (2021), Corbet et al. (2018) e Bouri et al. (2017) realçam a importância do novo mercado de criptomoedas, em virtude da sua correlação com outros mercados ser muito baixa, nos períodos de estabilidade económica e financeira, portanto é um ativo a ter em conta em qualquer carteira de um investidor que promova a redução do

risco na sua carteira de investimentos. Corbet et al. (2018) e Bouri et al. (2017) referem ainda que os estudos sobre essa criptomoeda são relativamente escassos comparando com outros ativos tradicionais, portanto apesar de existirem enormes vantagens na elaboração de uma carteira de investimentos com a bitcoin, devido às suas propriedades de diversificação e de cobertura de risco, esses resultados variam consoante o espaço temporal e por sua vez é preciso ponderação no uso deste novo ativo. Num curto prazo, a diversificação é muito mais eficiente e benéfica para os investidores, já que com o aumento do período temporal é refletido os choques económicos e financeiros externos, uma vez que os ativos estão correlacionados entre si e possuem padrões semelhantes, essa diversificação perde o seu valor.

Jareño et al. (2020) através de uma análise de cointegração não linear assimétrica NARDL, procuram verificar a sensibilidade dos retornos da bitcoin relativamente às alterações nos retornos do preço do ouro e conseqüentemente a alguns fatores de riscos internacionais, como por exemplo os retornos do mercado de ações nos EUA, as taxas de juro e até os preços do petróleo bruto, entre outros. O estudo aplica uma abordagem de regressão por quantil num período de agosto de 2010 a novembro de 2018.

Os autores realçam várias informações concluídas no seu estudo, relativamente aos fatores internacionais o índice de volatilidade (VIX) é o fator explicativo mais relevante, visto que este tem um impacto negativo muito significativo nos retornos da bitcoin na maioria dos quantis em todos os períodos. Outra conclusão importante é o facto dos retornos da bitcoin exibirem uma sensibilidade positiva significativa, especialmente em quantis altos, ao proteger-se contra as mudanças no desempenho do mercado de ações nos EUA em todos os períodos. Por outro lado, também o facto das mudanças nas taxas de juros nominais demonstrarem impactos negativos significativos nos retornos da bitcoin, apenas no quantil mais alto e no período completo, é um fator a ter em conta no ponto de vista dos autores. Em geral, os autores salientam a especialidade da bitcoin como ativo de refúgio em tempos de recessão económica, visto que os resultados evidenciam que os impactos das variações nos fatores explicativos dos retornos da bitcoin são mais acentuados em condições extremas de mercado. Portanto, os autores mencionam que existe uma relação positiva entre os retornos no preço da bitcoin e do ouro, sendo que os retornos no preço da bitcoin responderiam da mesma forma sejam as mudanças positivas ou negativas nos retornos do preço do ouro para os dados diários em todos os períodos, no entanto podem existir respostas assimétricas de longo prazo dos retornos da bitcoin às variações nos retornos no preço do ouro.

Contudo, apesar da conexão positiva entre a bitcoin e o ouro, podendo evidenciar a bitcoin como um porto seguro, os autores realçam que este mercado está agora a emergir, tendo

um enorme potencial para a construção de mais artigos sobre este tema, que poderia consistir por exemplo se o mercado das criptomoedas está imune ou não a choques externos no mercado, acrescentando nas futuras análises outras criptomoedas como a ethereum, a litecoin, a ripple, entre outras com alguma preponderância no mercado. Outra abordagem interessante seria o facto de explorar as potenciais propriedades de porto seguro variantes ao longo do tempo dessas criptomoedas.

Também Hossain et al. (2020) procuram perceber as características da bitcoin e do ouro numa carteira de ativos. Os dados em análise, neste artigo, são de variáveis como a bitcoin, os futuros do ouro, os futuros de petróleo bruto, a taxa de câmbio EUR/USD e o índice de ações S&P500 e têm um período temporal compreendido entre 1 de abril de 2013 e 18 de agosto de 2020. Através do uso dos modelos GARCH assimétricos em três mercados diferentes, como o mercado de ações, o mercado de câmbio e o mercado de energia.

Os autores deste artigo identificaram que o ouro é melhor do que a bitcoin neste parâmetro de análise, visto que o ouro serve como diversificador no mercado do petróleo bruto e de *hedge* no mercado de ações do S&P500, enquanto que a bitcoin só apresenta benefícios de diversificação em relação ao petróleo bruto, portanto o ouro deve ser a principal escolha por parte dos investidores. As descobertas presentes neste artigo ajudam os investidores a seleccionar o melhor mercado e a análise sobre a sua carteira.

Numa posição mais afirmativa que no artigo anterior, Hussain Shahzad et al. (2020) afirmam que a bitcoin não funciona como *hedge* no mercado de ações. Numa tentativa de ajudar na tomada de decisão por parte dos intervenientes de mercado, o artigo efetua uma comparação entre o ouro e a bitcoin com o mercado de ações do G7 (Canadá, França, Alemanha, Itália, Japão, Reino Unido e Estados Unidos). Os autores encontram características de *hedge* bastante distintas entre o ouro e a bitcoin. Enquanto o ouro é um porto seguro indiscutível e uma proteção para vários índices de ações do G7, a bitcoin assume essas duas particularidades apenas no Canadá. A eficácia de *hedge* fora da amostra do ouro é muito superior à da bitcoin. Os resultados mostraram que os benefícios de diversificação condicional oferecidos pelo ouro aos investimentos em ações nos mercados do G7 são comparativamente maiores e mais estáveis do que a bitcoin, especialmente quando o mercado de ações e do ouro estão em baixo.

De forma oposta, Baur, Hong & Lee (2018) analisam o uso atual e futuro da bitcoin, e alegam que as propriedades estatísticas da bitcoin não estão correlacionadas com os diversos ativos. Contudo as transações da bitcoin são utilizadas principalmente para um investimento especulativo e não como moeda ou ativo de reserva.

Uma comparação direta entre o ouro e a bitcoin é realizada por Klein, Thu & Walther (2018), Telli & Chen (2020) e Su et al. (2020). O primeiro artigo, com uma análise compreendida entre 1 de julho de 2011 e 31 de dezembro de 2017, realiza uma comparação das propriedades de variância condicional da bitcoin e do ouro, encontrando diferenças na sua estrutura. Assim sendo, os autores concluem que a bitcoin e o ouro apresentam propriedades fundamentalmente diferentes como ativos e na ligação com o mercado de ações. Realçam ainda que os dois ativos analisados não poderiam ser mais diferentes nas suas características. Já Telli & Chen (2020) procuram investigar a natureza multifractal das séries de retorno e de volatilidade da bitcoin e do ouro, aplicando o modelo Multifractal Detrended Fluctuation Analysis (MFDFA). Identificaram que todas as séries de retorno e de volatilidade da bitcoin detêm propriedades multifractais muito distintas das do ouro. Os dados utilizados nesse artigo são o preço da bitcoin e o preço do ouro, tendo um período compreendido entre 2 de fevereiro de 2012 e 30 de outubro de 2019 e entre 1 de janeiro de 1980 e 30 de outubro de 2019, respetivamente.

As séries do ouro exibem um comportamento não correlacionado com a bitcoin, o mesmo acontece no que toca à volatilidade dessas variáveis, o que faz com que o mercado da bitcoin tenha flutuações mais acentuadas do que no mercado do ouro, ou seja o mercado da bitcoin é um mercado mais arriscado do que o mercado do ouro.

Embora a bitcoin detenha uma breve história na economia global, os autores chamam a atenção ao facto de os resultados desta variável indicarem que podemos estar na iminência de um mercado eficiente, logo o risco decrescente no mercado merece cada vez mais atenção. Estes acreditam ainda que com mais regulação no mercado da bitcoin, aumentará não só a atividade como também a participação no mesmo, o que possivelmente vai ao encontro a um aumento de eficiência, contudo os riscos desta criptomoeda devem ser avaliados, construindo assim uma participação da bitcoin nas carteiras de investimentos ajustada ao longo do tempo de acordo com os riscos e as expetativas de cada investidor.

Por outro lado, Su et al. (2020) procuram perceber se o crescimento do mercado da bitcoin pode afetar o mercado do ouro, substituindo o *status* do ouro como *hedge* financeiro. Os dados deste artigo são mensais e são relativos ao preço da bitcoin e ao preço do ouro, cobrindo o período entre julho de 2010 e junho de 2019. O artigo evidencia a capacidade do ouro para evitar riscos durante períodos de grandes flutuações no mercado da bitcoin. Aplicando testes de causalidade à Granger procura explorar a relação causal entre o preço da bitcoin e o preço do ouro. Os resultados empíricos mostram que um aumento no preço da bitcoin pode fazer com que o preço do ouro diminua, indicando que a prosperidade do mercado

da bitcoin prejudica a capacidade de *hedge* do ouro. Por outro lado, a diminuição do preço da bitcoin faz com que o preço do ouro aumente, o que enfatiza a capacidade do ouro para evitar os riscos de mercado. No fundo, o status do ouro não será completamente ameaçado pela bitcoin, visto que são complementares entre si e não concorrentes.

Os autores salientam que as influências positivas e negativas do preço do ouro no preço da bitcoin demonstra que as flutuações do preço da bitcoin podem ser previstas através do mercado do ouro. Em situações de severa incerteza global e ambientes de investimento complicados, os investidores podem beneficiar de mercados complementares para otimizar a sua carteira e a alocação dos seus ativos. Além disso, os diversos países podem entender as tendências no preço da bitcoin e do ouro para evitar grandes flutuações em ambos os mercados e assim reduzir a incerteza do sistema financeiro.

Considerando a pandemia da covid-19 e o seu impacto no mercado da bitcoin e nos materiais preciosos, Kumar (2020) procura investigar o comportamento de contágio da pandemia nos mercados e como esses reagiram, afirmando visto que apesar da existência de propriedades de *hedge*, essas características são comprometidas durante a pandemia. O artigo testa com modelos GARCH as propriedades de um ativo de refúgio seguro, como o ouro e a bitcoin, durante a pandemia. Os dados empregues neste artigo são de quatro índices do mercado de ações (NSE50, DJIA, CAC40 e SSE), o preço do ouro e o preço da bitcoin com um horizonte temporal de 1 de maio de 2015 a 24 de abril de 2020.

O autor do artigo, através de dois modelos de volatilidade multivariada (DCC e DCC-GARCH), identificou que tanto o ouro como a bitcoin estão pouco correlacionados com o retorno no mercado de ações na maioria das vezes, no entanto é de realçar a correlação positiva encontrada na fase inicial da pandemia. Os resultados obtidos no estudo sugerem que o ouro e a bitcoin exibem propriedades de refúgio, mas durante a pandemia essa capacidade das duas variáveis foi parcialmente comprometida. Contudo, o ouro apresenta propriedades de refúgio relativamente melhores durante a pandemia quando é comparado com a bitcoin, visto que a criptomoeda parece ser afetada por choques originados noutros mercados financeiros, como é evidenciado pelos padrões de correlação condicional dinâmica. Do ponto de vista dos investidores, os autores propõem o uso da bitcoin como *hedge* ou diversificador, pois demonstra melhor eficiência. Contudo, durante períodos de grande turbulência no mercado é aconselhável aos investidores a escolha do ouro.

Por fim, o autor chama a atenção para o diminuto período de existência do mercado das criptomoedas quando comparado com outro tipo de mercados, portanto salienta que ainda não é possível tirar conclusões concretas nesta fase, e tendo em conta a pandemia da covid-19, esses

resultados são ainda mais dúbios, visto que foi um acontecimento ocorrido no final do primeiro trimestre de 2020.

Os valores do logaritmo da bitcoin e das duas variáveis relativas ao ouro, utilizados neste trabalho, para a comparação da bitcoin como reserva de valor podem ser observados na Figura 2.5.

Figura 2.5: Comparação do logaritmo das cotações da variável bitcoin com os logaritmos do mercado do ouro



3. DADOS E METODOLOGIA

Nesta secção apresentamos as variáveis utilizadas para a análise, os passos que foram seguidos no tratamento dos dados com o objetivo de identificar as semelhanças entre a bitcoin e as restantes variáveis.

Os dados em análise são a bitcoin, a ethereum, a FTSE100, a S&P500, as unidades do ETF em ouro, o preço spot do ouro, os futuros do petróleo bruto, o índice de volatilidade do mercado (VIX), a taxa de câmbio, a taxa euribor e a taxa fed⁷. Os valores absolutos dos dados podem ser observados através das Figuras A1 a A10, em anexo, e foram extraídos das plataformas “investing.com”, “emmi-benchmarks.eu” e “newyorkfed.org”. O período temporal de análise é de 04 de janeiro de 2011 a 31 de dezembro de 2020, com exceção da ethereum, que inicia a 10 de março de 2016. A descrição está na tabela 1.

A tabela 1 descreve os dados utilizados nesta dissertação. A escolha deste período para análise deve-se ao facto de a bitcoin ter sido criada em 2009, contudo teve um diminuto volume de transações nesse ano e no seguinte, pelo que decidimos dar início à análise em janeiro de 2011. São utilizados dados dos dias úteis, para permitir a comparação com os mercados mais tradicionais, como por exemplo os mercados de ações ou o mercado do ouro.

Os dados em análise foram obtidos através dos websites “investing.com”, “newyorkfed.org” e “emmi-benchmarks.eu” das variáveis bitcoin, ethereum, FTSE100, S&P500, unidades do ETF em ouro, preço spot do ouro, futuros do petróleo, índice de volatilidade do mercado (VIX), taxa de câmbio, taxa euribor a seis meses e taxa fed a um ano, remetendo a um horizonte temporal de nove anos (04 de janeiro de 2011 a 31 de dezembro de 2020), sendo estes dados diários dos dias úteis.

Para uma melhor análise e comparação destes mercados, as variáveis estão na mesma unidade monetária (dólares americanos), usando-se o seu logaritmo natural para a realização das estimações, facilitando assim a comparação entre os diversos mercados. O facto de transformar todas as variáveis em logaritmo, exceto as taxas, permite-nos avaliar a evolução dessa variável ao longo do tempo sem o efeito das unidades de medida das variáveis sobre os coeficientes. Por outro lado, conseguimos interpretar e comparar mais facilmente os coeficientes das variáveis nos modelos econométricos.

⁷ A partir da taxa de 1º de março de 2016, os campos publicados para EFR mudaram.

Tabela 1: Descrição das variáveis analisadas neste trabalho

| Variáveis | Descrição das variáveis |
|---|---|
| Bitcoin (bitcoin) | Logaritmo do preço de fecho diário da bitcoin |
| Ethereum (ethereum) | Logaritmo do preço de fecho diário da ethereum |
| Ações FTSE 100 (ftse100) | Logaritmo do valor de fecho diário do índice de ações FTSE100 |
| Ações S&P 500 (s&p500) | Logaritmo do valor de fecho diário do índice de ações S&P500 |
| Unidades do ETF em ouro (aouro) | Logaritmo do preço das unidades do ETF em ouro |
| Preço spot do ouro (souro) | Logaritmo do preço de fecho diário do ouro |
| Futuros WTi do petróleo bruto (fpetroleo) | Logaritmo do preço de fecho diário dos contratos de futuros WTi do petróleo |
| Índice VIX (volatilidade) | Logaritmo do valor de fecho diário do índice de volatilidade (VIX) |
| Taxa de câmbio EUR/USD (cambio) | Valores de fecho diário da taxa de câmbio EUR/USD |
| Taxa Euribor a 6 meses (euribor) | Valores diários da taxa Euribor a seis meses |
| Taxa Fed a 1 ano (fed) | Valores diários da taxa Fed a um ano |

A bitcoin é a variável central no estudo realizado, uma vez que foi a primeira criptomoeda do mercado, ou seja, foi esta que deu origem à designação de criptomoeda. No período da elaboração deste estudo, detém mais de 50% do mercado das criptomoedas. A variável ethereum é outra criptomoeda utilizada na comparação com a bitcoin, de forma a perceber se estas estão correlacionadas. Uma correlação elevada entre ambas leva a que possamos considerar a bitcoin como a criptomoeda representativa do mercado. A ethereum foi escolhida pois é a criptomoeda que detém a segunda maior percentagem do mercado.

Para efetuar a comparação entre os vários tipos de mercados decidimos analisar os dados de algumas variáveis dos diferentes mercados. Quando existe alguma instabilidade económica os investidores procuram ativos mais seguros para aplicar o seu dinheiro, por essa razão incluímos os dados sobre o preço spot do ouro. Alguns investidores consideram a bitcoin como uma forma de investimento para obtenção de lucros, como acontece no mercado de ações/obrigações/futuros/etc., em que os investidores utilizam uma determinada quantidade de dinheiro, tendo como objetivo conseguir retirar mais dinheiro, conseqüentemente obter uma certa rentabilidade com o mercado, por essa razão iremos analisar variáveis como ações de um fundo de investimento baseado no ouro e futuros de petróleo bruto. A inclusão destas unidades do ETF em ouro tem o objetivo de reforçar a nossa análise na comparação da bitcoin com o ouro, visto que essa segue parâmetros idênticos ao preço spot do ouro. Já os futuros do petróleo foram analisados, uma vez que, na nossa revisão bibliográfica deparámo-nos com vários artigos que utilizam o petróleo bruto na sua análise. O facto de termos adicionado os futuros dessa matéria-prima, que na maioria das vezes serve como um ativo de especulação, procura captar o que pode ser uma das características das criptomoedas.

Realizámos também uma análise com os índices de ações da FTSE100 e da S&P500, visto que esses índices representam respetivamente 100 ações da bolsa de Londres e 500 ações da bolsa de Nova Iorque, e, portanto, uma grande percentagem global do mercado de ações. Considerámos a variação diária de cada uma para tentar perceber quais as características que mais se aproximam do mercado das criptomoedas. Por último e não menos importante obtivemos os dados da volatilidade do mercado (VIX) para perceber qual é o risco do mercado. Quanto maior a volatilidade do mercado, ou seja, quanto mais positiva ou negativa for a variação dos preços de mercado, maior é o risco desse mercado. Esta escolha deve-se ao facto de existir grande volatilidade no mercado das criptomoedas, pelo que procurámos adicionar uma variável que meça essa volatilidade noutra mercado para elaborarmos a comparação com a bitcoin. Utilizámos o índice VIX que é o índice de volatilidade do mercado utilizado na bolsa de Nova Iorque para o S&P 500.

A taxa Euribor e a Federal Funds Rate (FED) são utilizadas no modelo de estimação como taxas de referência do mercado monetário europeu e norte-americano, respetivamente. Esses valores indicam a taxa de juro média dos empréstimos interbancários, sem garantia, seja na zona euro, seja nos Estados Unidos da América (EUA). A escolha dessas variáveis deve-se à importância da comparação da bitcoin com o mercado monetário, portanto utilizámos essas taxas para perceber a aproximação da

bitcoin às moedas fiduciárias, sendo que essas taxas refletem a percentagem que o detentor do dinheiro vai obter por colocar um certo montante num determinado banco. (Euribor - se for um banco europeu; FED - se for um banco norte-americano).

As Figuras 3.1 a 3.6 mostram as variáveis acima descritas, que usámos no nosso estudo, tendo optado por juntar no mesmo gráfico as que são do mesmo mercado, para facilitar as comparações.

Figura 3.1: Logaritmo do preço de fecho diário da bitcoin e da ethereum



Figura 3.2: Logaritmo do preço de fecho diário da FTSE100 e da S&P500

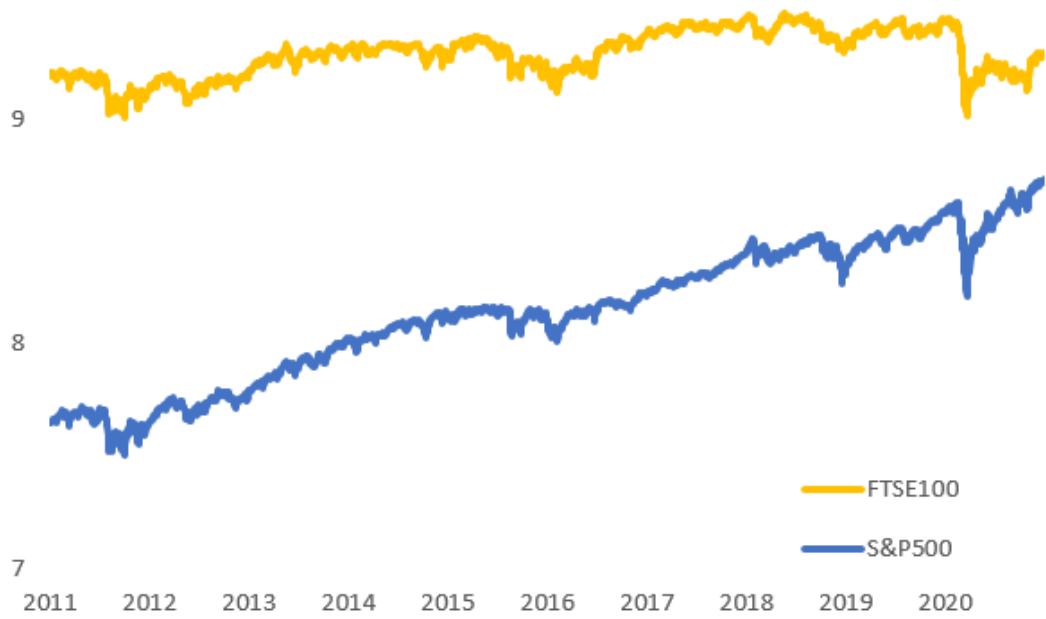


Figura 3.3: Logaritmo do preço de fecho diário das unidades do ETF em ouro e do preço spot do ouro

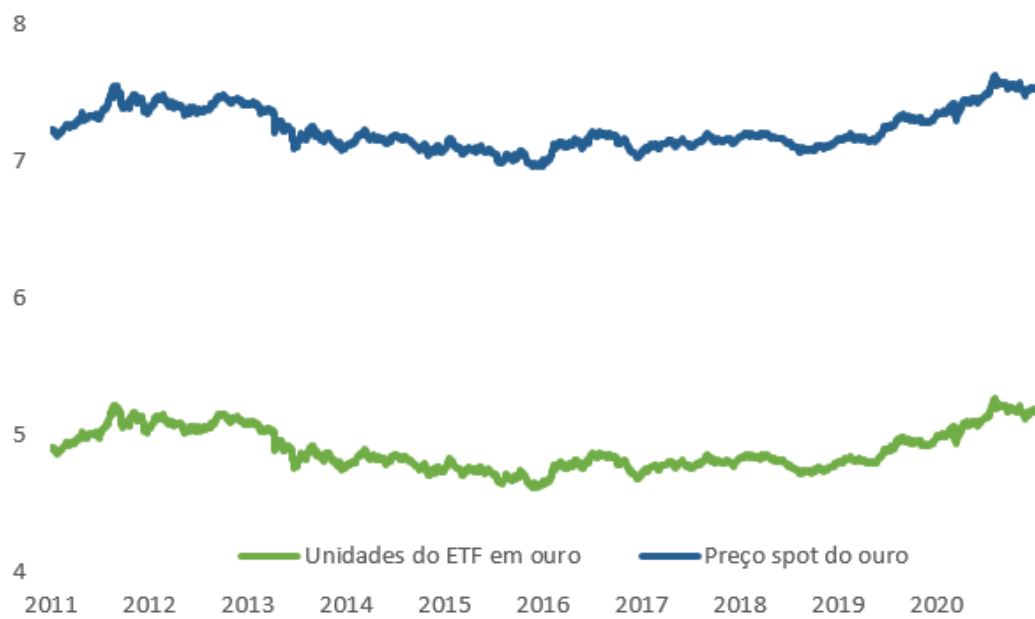


Figura 3.4: Valores de fecho diário da taxa de câmbio EUR/USD, da euribor a 6 meses e a fed a 1 ano

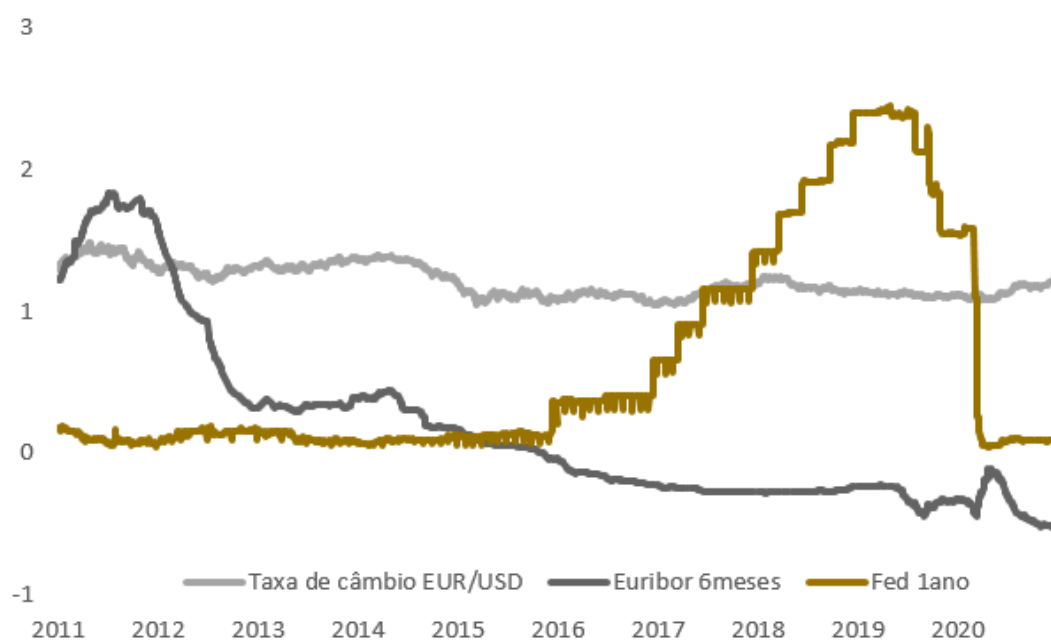


Figura 3.5: Logaritmo do preço de fecho diário dos contratos de futuros WTi do petróleo

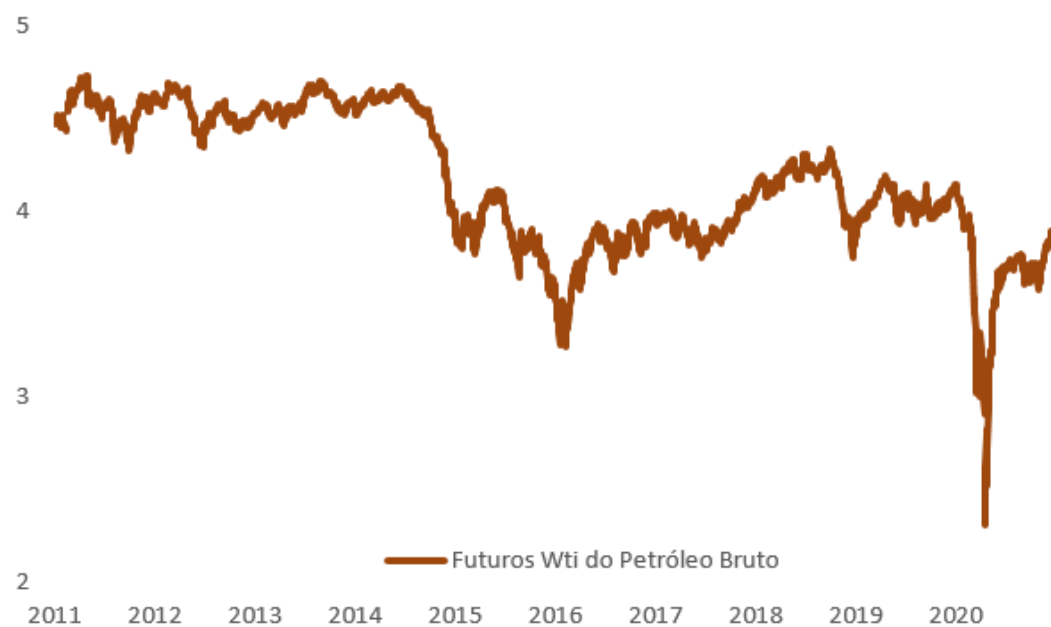
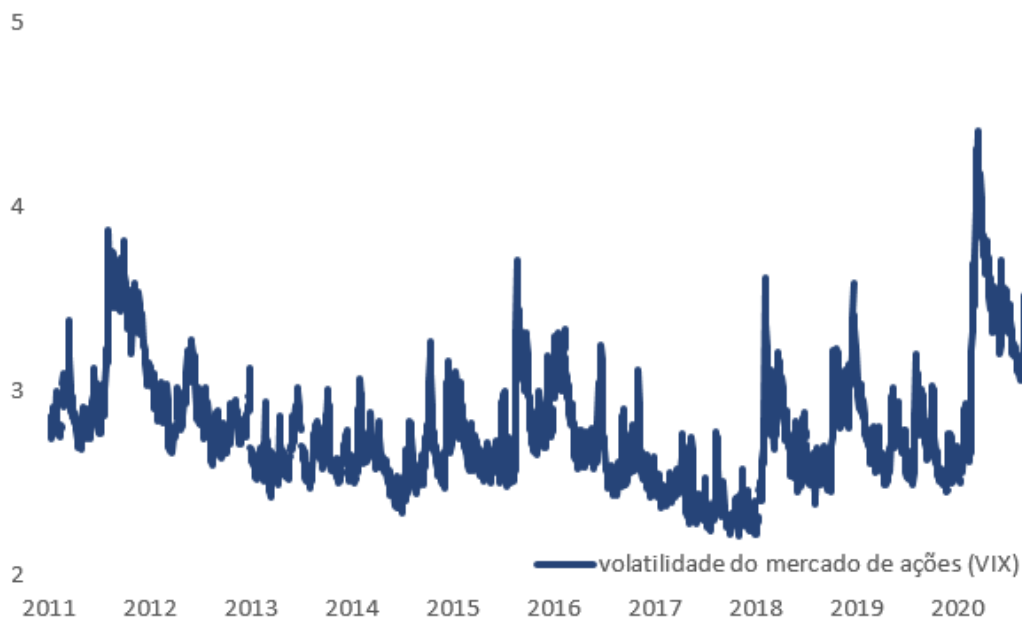


Figura 3.6: Logaritmo do valor de fecho diário do índice de volatilidade (VIX)



A análise descritiva das variáveis utilizadas encontra-se na tabela 2. Para cada uma temos o número de observações, a média, o desvio padrão, o valor mínimo e o valor máximo. A última coluna mostra as correlações entre a bitcoin e cada uma das outras variáveis.

É de realçar, na última coluna da tabela 2, a forte correlação entre a bitcoin e a ethereum (0,9216), o que mostra que as duas criptomoedas têm um comportamento muito semelhante. A mesma informação pode ser retirada do Gráfico 3.1. Isto substantia a nossa decisão de estudar apenas a bitcoin, isto é, a sua relação com outros ativos, uma vez que os resultados com as outras criptomoedas, como a ethereum, seriam provavelmente muito semelhantes. Do mesmo modo, podemos identificar a correlação de 0,8948 entre a bitcoin e a S&P500 que sustenta a aproximação da bitcoin ao mercado de ações, mais concretamente ao mercado norte-americano. O mercado do ouro também está correlacionado com o mercado da bitcoin, apesar de ser em valores menores, sendo esses 0,5353 e 0,5516 para as variáveis das ações do fundo de investimento do ouro e o preço spot do ouro, respetivamente. De forma oposta, podemos verificar que a taxa euribor detém uma correlação negativa de 0,6807 com o mercado da bitcoin.

A metodologia usada neste trabalho é, em termos gerais, a análise de séries temporais, que se desenvolve em quatro fases:

- Análise da estacionariedade individual das variáveis usando os testes de raízes unitárias de Dickey e Fuller aumentados (ADF);

- Investigação de eventuais relações de longo prazo entre a bitcoin (que consideramos representar o mercado das criptomoedas) e cada uma das outras variáveis, usando o teste de cointegração de Engle e Granger;

- Análise de curto prazo entre a bitcoin e as restantes variáveis, através de modelos VAR e usando o teste da causalidade à Granger;

- Modelação da média e da variância de cada uma das nossas variáveis através de um modelo ARMA-GARCH, na linha de Baur, Dimpfl & Kuck (2018), com o objetivo de perceber se os padrões de volatilidade da bitcoin são semelhantes aos dos ativos mais tradicionais.

O próximo capítulo apresenta e discute os resultados da aplicação desta metodologia aos nossos dados.

Tabela 2: Estatísticas descritivas das variáveis em análise e correlação com a bitcoin

| Variáveis | Número de observações | Média | Desvio Padrão | Mínimo | Máximo | Correlação com bitcoin |
|--------------------|------------------------------|--------------|----------------------|---------------|---------------|-------------------------------|
| Bitcoin | 2608 | 6,0935 | 2,7473 | -1,204 | 10,2733 | 1,0000 |
| Ethereum | 1256 | 4,8832 | 1,3985 | 1,9021 | 7,1575 | 0,9216 |
| FTSE100 | 2527 | 8,7889 | 0,1014 | 8,506 | 8,9718 | 0,1028 |
| S&P500 | 2516 | 7,6389 | 0,3014 | 7,0024 | 8,2311 | 0,8948 |
| Aouro | 2516 | 4,8878 | 0,1494 | 4,6102 | 5,2673 | 0,5353 |
| Souro | 2603 | 7,2345 | 0,1482 | 6,9582 | 7,632 | 0,5516 |
| Fpetroleo | 2577 | 4,1582 | 0,3731 | 2,3036 | 4,7356 | 0,1422 |
| Volatilidade (VIX) | 2520 | 2,8006 | 0,3343 | 2,2127 | 4,4151 | 0,3292 |
| Cambio | 2608 | 1,2124 | 0,1105 | 1,0387 | 1,4828 | 0,4983 |
| Euribor | 2557 | 0,1804 | 0,6218 | -0,526 | 1,831 | -0,6807 |
| Fed | 2512 | 0,6328 | 0,6328 | 0,04 | 2,45 | 0,3292 |

4. RESULTADOS

Neste estudo, foi utilizado um conjunto de testes às séries temporais, de modo a perceber as características das variáveis, e consequentemente a relação entre a bitcoin e os restantes ativos.

O primeiro passo na análise econométrica das nossas variáveis consiste no estudo individual da estacionariedade. Para isso, realizámos o teste Dickey-Fuller aumentado, com ou sem tendência, consoante se verifique essa necessidade através das Figuras 3.1 a 3.6.

Para escolher o número de desfasamentos (k) a usar em cada equação, começámos por um número elevado, $k=20$, que representa 20 dias úteis, isto é, cerca de um mês. Retirámos, de seguida, o último desfasamento, caso este não seja significativo a 5%, de acordo com o teste t . Aplicámos, posteriormente, o teste ADF(k) a cada variável. Quando a hipótese nula de raiz unitária não era rejeitada, realizámos ainda o teste ADF($k-1$), sem tendência, à variável às diferenças. Quando se rejeita a hipótese nula neste segundo teste, isto é, quando a primeira diferença da variável é $I(0)$ ou estacionária, confirma-se que a variável original é $I(1)$.

Podemos observar na tabela 3 que a volatilidade do mercado de ações (VIX) é a única variável do nosso estudo que é $I(0)$, em concreto, estacionária em tendência. Esta variável não será usada na análise de cointegração que se fará de seguida. Todas as restantes variáveis são consideradas $I(1)$, pelos testes ADF realizados, considerando o nível de significância de 5%. A bitcoin é a variável, em níveis, que mais se “aproxima” da estacionariedade, uma vez que a estatística ADF já se rejeita a 10%.

Em consequência dos testes realizados nos conduziremos à conclusão que as variáveis em níveis são todas integradas de ordem 1, ou $I(1)$, à exceção da volatilidade (VIX), que é $I(0)$, vamos proceder à análise de cointegração deixando a VIX de fora.

A cointegração entre as variáveis demonstra a relação de equilíbrio de longo prazo existente entre elas. Como o nosso objetivo é investigar se a bitcoin está especialmente relacionada com algum dos outros ativos, vamos testar a cointegração entre a bitcoin e cada uma das outras variáveis (à exceção, como foi dito antes, da VIX). Para isso, usámos o teste de Engle e Granger, regressões simples entre a bitcoin e cada uma das restantes variáveis das quais obtivemos os resíduos. A rejeição da raiz unitária nos resíduos conduz à conclusão de que as duas variáveis em análise estão cointegradas.

Tabela 3: Análise da estacionaridade das variáveis

| Variáveis em análise | k | Tendência | Número de observações | ADF | Conclusão |
|----------------------|----|-----------|-----------------------|------------|-----------|
| bitcoin | 16 | Sim | 2591 | -3,217* | I(1) |
| Δ bitcoin | 15 | Não | | -11,540*** | |
| ethereum | 12 | Sim | 1243 | -1,617 | I(1) |
| Δ ethereum | 11 | Não | | -8,225*** | |
| ftse100 | 14 | Sim | 1787 | -2,802 | I(1) |
| Δ ftse100 | 13 | Não | | -11,711*** | |
| s&p500 | 17 | Sim | 1090 | -2,878 | I(1) |
| Δ s&p500 | 16 | Não | | -9,292*** | |
| ouro | 17 | Não | 1090 | 0,476 | I(1) |
| Δ ouro | 16 | Não | | -9,253*** | |
| souro | 0 | Não | 2597 | -0,967 | I(1) |
| Δ souro | 0 | Não | | -50,666*** | |
| fpetroleo | 10 | Sim | 2251 | -2,927 | I(1) |
| Δ fpetroleo | 9 | Não | | -13,424*** | |
| volatilidade | 1 | Sim | 2344 | -4,768*** | I(0) |
| cambio | 15 | Sim | 2592 | -1,289 | I(1) |
| Δ cambio | 14 | Não | | -14,659*** | |
| euribor | 18 | Sim | 2045 | -0,708 | I(1) |
| Δ euribor | 17 | Não | | -5,183*** | |
| fed | 16 | Sim | 1126 | 0,030 | I(1) |
| Δ fed | 15 | Não | | -8,040*** | |

Nota: *significativo a 10%; **significativo a 5%; ***significativo a 1%.

A escolha do número de defasamentos (k) foi semelhante à usada no teste ADF, mas começando no valor máximo encontrado na análise individual de estacionariedade. Para o teste de Engle e Granger realizamos duas versões diferentes (sem e com tendência) entre a bitcoin e cada variável da nossa análise. Os resultados estão na tabela 4.

Como podemos verificar na tabela 4, não encontramos cointegração em nenhum dos pares analisados, ao nível de significância de 5%. Só encontramos alguma evidência de cointegração entre a bitcoin e o preço spot do ouro, numa das versões do teste (com

tendência), e apenas ao nível de 10%. Isto leva-nos a inferir que, dos ativos analisados, o preço spot do ouro é o que mais se aproxima, a longo prazo, da bitcoin, evidenciando o papel desta criptomoeda como reserva de valor.

Tabela 4: Análise de cointegração entre as variáveis de interesse

| Regressão de cointegração | | | Teste de Engle e Granger | | |
|---------------------------|-----------------------|-----------|--------------------------|---------|----------------------------|
| Variáveis em análise | Número de observações | Tendência | k | EG(k) | Conclusão |
| bitcoin ethereum | 1256 | Não | 16 | -2,022 | Variáveis não cointegradas |
| | | Sim | 6 | -3,222 | |
| bitcoin ftse100 | 2527 | Não | 13 | -1,681 | Variáveis não cointegradas |
| | | Sim | 13 | -2,877 | |
| bitcoin s&p500 | 2516 | Não | 13 | -1,435 | Variáveis não cointegradas |
| | | Sim | 13 | -1,366 | |
| bitcoin ouro | 2516 | Não | 5 | -0,588 | Variáveis não cointegradas |
| | | Sim | 11 | -1,759 | |
| bitcoin souro | 2603 | Não | 12 | -1,834 | Variáveis não cointegradas |
| | | Sim | 16 | -3,746* | |
| bitcoin fpetroleo | 2576 | Não | 10 | -1,723 | Variáveis não cointegradas |
| | | Sim | 8 | -2,847 | |
| bitcoin cambio | 2608 | Não | 11 | -1,837 | Variáveis não cointegradas |
| | | Sim | 16 | -3,322 | |
| bitcoin euribor | 2557 | Não | 16 | -2,732 | Variáveis não cointegradas |
| | | Sim | 16 | -3,265 | |
| bitcoin fed | 2512 | Não | 12 | -1,122 | Variáveis não cointegradas |
| | | Sim | 11 | -3,055 | |

Nota: *significativo a 10%; **significativo a 5%; ***significativo a 1%.

Como não encontramos cointegração entre as variáveis, o que nos permitiria avançar para uma análise de longo prazo, vamos a partir daqui, trabalhar com as variáveis às diferenças (exceto na volatilidade do mercado VIX, que é estacionária em níveis). Note-se que, como usámos os logaritmos das variáveis em níveis, as diferenças serão, aproximadamente, as taxas de crescimento das variáveis originais. Quando as variáveis originais são preços, como acontece com as nossas, à exceção das últimas (câmbio,

euribor e fed), estas taxas de crescimento, $\Delta \ln(p_t) = \ln(p_t) - \ln(p_{t-1}) = \ln(p_t/p_{t-1})$ correspondem, assim, às rendibilidades das variáveis originais.

Tabela 5: Causalidade à Granger entre a bitcoin e as restantes variáveis

| Variável dependente | Número de observações | Teste F (p-value) | Conclusão |
|---------------------|-----------------------|-------------------|---|
| Δ bitcoin | 1250 | 0,1354 | Δ bitcoin causa à Granger Δ ethereum |
| Δ ethereum | 1250 | 0,0094 | |
| Δ bitcoin | 2249 | 0,4755 | Não há causalidade à Granger |
| Δ ftse100 | 2200 | 0,1898 | |
| Δ bitcoin | 2066 | 0,9645 | Δ bitcoin causa à Granger Δ s&p500 |
| Δ s&p500 | 1984 | 0,0232 | |
| Δ bitcoin | 2066 | 0,0021 | Δ aouro causa à Granger Δ bitcoin |
| Δ aouro | 1984 | 0,5549 | |
| Δ bitcoin | 2572 | 0,0000 | Δ souro causa à Granger Δ bitcoin |
| Δ souro | 2567 | 0,2143 | |
| Δ bitcoin | 2415 | 0,1306 | Δ bitcoin causa à Granger Δ fpetroleo |
| Δ fpetroleo | 2387 | 0,0070 | |
| Δ bitcoin | 2088 | 0,8167 | Não há causalidade à Granger |
| volatilidade (VIX) | 2010 | 0,0697 | |
| Δ bitcoin | 2602 | 0,2518 | Não há causalidade à Granger |
| Δ cambio | 2602 | 0,7716 | |
| Δ bitcoin | 2391 | 0,8297 | Não há causalidade à Granger |
| Δ euribor | 2363 | 0,4294 | |
| Δ bitcoin | 2037 | 0,8315 | Δ bitcoin causa à Granger Δ fed |
| Δ fed | 1950 | 0,0009 | |

O próximo passo será analisar a causalidade à Granger entre o crescimento da bitcoin e cada uma das outras variáveis (em nível – volatilidade do mercado VIX – ou em taxa de crescimento, para as restantes). Uma variável causa à Granger uma outra quando o passado da primeira ajuda a prever o valor atual da segunda. Tal pode analisar-se através de um Vetor Autorregressivo (VAR), usando um teste F. Usámos um VAR(5), tendo em conta que temos dados diários para os dias úteis, pelo que cinco observações correspondem a uma semana. Os resultados estão presentes na tabela 5.

Numa relação entre a taxa de crescimento da bitcoin e as taxas de crescimento (quando aplicável) das restantes variáveis, como se pode ver na tabela 5, verificámos que, ao nível de significância de 5%, não existe causalidade à Granger em nenhum dos sentidos entre a bitcoin e a FTSE100, o índice de volatilidade (VIX), a taxa de câmbio e a euribor. No entanto, usando um nível menos exigente (10%), já se conclui que a rendibilidade da bitcoin causa à Granger o índice de volatilidade de mercado (VIX).

Quando encontramos causalidade à Granger, é sempre unidirecional. Assim, concluímos que o crescimento da bitcoin causa à Granger o crescimento da ethereum, S&P500, fed e futuros do petróleo, sem que o inverso se verifique. Tal significa que as rendibilidades passadas da bitcoin ajudam a prever o crescimento atual das variáveis referidas. Em relação à ethereum, é um resultado esperado, dado esta última ser mais recente, esperando-se, portanto, que reaja mais tarde a eventuais choques. No que respeita a S&P500, o resultado é curioso, mas corrobora com o de Almeida, Correia & Dionísio (2021). Podemos interpretá-lo de maneira a bitcoin funcionar como um indicador avançado de S&P500, ou seja, a rendibilidade da bitcoin muda primeiro, ajudando a prever o que vai acontecer mais tarde no mercado de ações norte-americano (o mesmo não se passa com o inglês). A causalidade à Granger da bitcoin em relação ao crescimento da fed demonstra, mais uma vez, a ligação desta criptomoeda ao mercado dos EUA. Quanto aos futuros do petróleo demonstra a “aproximação” da bitcoin a um ativo de especulação, como é característico do mercado de futuros.

Por outro lado, há evidência de que a rendibilidade do ouro e das unidades do ETF em ouro causam à Granger o crescimento da rendibilidade da bitcoin. Isto significa que movimentos passados no mercado do ouro ajudam a prever o movimento atual da bitcoin, mas o inverso não se verifica.

Em suma, os resultados da tabela 5 parecem transmitir a ideia de que o mercado da bitcoin está entre o mercado de ações norte-americano e o mercado do ouro.

Por fim, aplicámos o modelo ARMA e o modelo condicionalmente heterocedástico generalizado GARCH, como forma de prever e modelar o rendimento (valor médio condicional) e a volatilidade (variância condicional) dos dados em análise. Utilizando um ARMA(1,1) para a média e um GARCH(1,1) para a variância chegámos aos valores ilustrados na tabela 6.

Tabela 6: Análise GARCH das variáveis em estudo

| | | Equação da média | | | Equação da variância | | |
|----------------------|---------|------------------|------------|------------|----------------------|-----------|------------|
| Variáveis em análise | Nº obs. | Constante | AR | MA | Constante | ARCH | GARCH |
| Δ bitcoin | 2607 | 0,0029*** | 0,8699*** | -0,8510*** | 0,0001*** | 0,1924*** | 0,8107*** |
| Δ ethereum | 1255 | 0,0023 | 0,9241*** | -0,9026*** | 0,0002*** | 0,0976*** | 0,8622*** |
| Δ ftse100 | 2467 | 0,0002 | -0,9321*** | 0,9485*** | 0,0000*** | 0,2002*** | 0,7533*** |
| Δ s&p500 | 2424 | 0,0008*** | -0,4639* | 0,4024 | 0,0000*** | 0,2511*** | 0,7201*** |
| Δ ouro | 2424 | -0,0000 | -0,6462 | 0,6368 | 0,0000*** | 0,0911*** | 0,8774*** |
| Δ souro | 2597 | 0,0001 | -0,9836*** | 0,9778*** | 0,0000*** | 0,0563*** | 0,9267*** |
| Δ fpetroleo | 2543 | 0,0003 | -0,9636*** | 0,9648*** | 0,0000*** | 0,1711*** | 0,8089*** |
| volatilidade(VIX) | 2432 | -0,0021** | 0,8872*** | -0,9463*** | 0,0010*** | 0,1870*** | 0,6580*** |
| Δ cambio | 2607 | -0,0000 | 0,8798*** | -0,8937*** | 0,0000*** | 0,0355*** | 0,9604*** |
| Δ euribor | 2521 | 0,0002 | 0,9612*** | -0,7878*** | 0,0000*** | 0,5957*** | 0,7868*** |
| Δ fed | 2415 | 0,0012*** | 1,1260*** | -0,8975*** | 0,0006*** | 1,0921*** | -0,0244*** |

Nota: A estatística do teste t entre parênteses (***, **, *) denota um nível de significância de 1% (5%, 10%)

Realizando uma análise comparativa dos resultados obtidos no modelo da bitcoin com os resultados das restantes variáveis do nosso estudo, podemos realçar o facto da constante na equação da média ser bastante superior nas criptomoedas em relação aos outros ativos, o que pode explicar a previsão do rendimento nesse ativo digital, que tem tido um crescimento acentuado nos últimos anos. Os restantes ativos têm valores bem mais próximos de zero, apenas a fed possui um valor de 0,0012. É de salientar o valor negativo de 0,0021 da volatilidade (VIX) que demonstra que a previsão do valor médio condicional está influenciada negativamente, o mesmo acontece com as variáveis das unidades do ETF em ouro e da taxa de câmbio EUR/USD, mas muito próximo do valor nulo, como podemos ver na tabela 6. O coeficiente AR da equação da média, por seu turno, apresenta valores negativos em todas as variáveis exceto nas criptomoedas, nas

taxas e do índice de volatilidade do mercado (VIX). Esses resultados demonstram a aproximação do mercado das criptomoedas às taxas e à volatilidade do mercado (VIX). Em ordem contrária e terminando a análise da equação da média, as criptomoedas, as taxas (câmbio, euribor e fed) e o índice de volatilidade do mercado (VIX) detêm um valor negativo no MA, sendo que as restantes variáveis contêm esse parâmetro com um valor positivo, o que demonstra, mais uma vez, a proximidade desses mercados, que são influenciados negativamente.

No que toca à equação da variância (três últimas colunas da tabela 6), vamos comparar os resultados do modelo da bitcoin com os resultados dos outros ativos. Em termos gerais, o padrão de volatilidade da bitcoin é diferente do de outros ativos, na linha de Baur, Dimpfl & Kuck (2018). O ativo que mais se aproxima da bitcoin, considerando os três coeficientes, é o dos futuros do petróleo bruto, variável que não estava presente em Baur, Dimpfl & Kuck (2018). A própria ethereum não tem um padrão tão próximo, pois o coeficiente ARCH é bastante diferente.

Analisando agora os parâmetros um a um, verifica-se que a constante na equação da variância é superior nas criptomoedas, no índice de volatilidade de mercado (VIX) e na taxa fed, o que nos demonstra que as rendibilidades nesses mercados são mais voláteis que nos demais.

O coeficiente ARCH apresenta um valor positivo em todas as variáveis. Destacando a proximidade dos valores da bitcoin e dos ativos de investimento/especulação como a FTSE100, a S&P500, os futuros do petróleo bruto e a volatilidade do mercado de ações (VIX).

Observando o valor GARCH apenas a taxa fed possui um valor negativo, enquanto que as restantes variáveis usufruem de valores positivos no parâmetro GARCH, portanto a volatilidade é influenciada positivamente em todas as variáveis menos na taxa fed, sendo o coeficiente ligado aos futuros do petróleo bruto o que mais se aproxima da bitcoin.

Podemos ainda observar que a persistência na volatilidade, medida pela soma dos coeficientes ARCH e GARCH, é superior na taxa euribor, seguida da taxa fed e da bitcoin.

Nestes modelos, a soma dos coeficientes referidos é superior a 1, o que pode indicar que estamos na presença de um GARCH integrado.

5. CONCLUSÕES

Neste trabalho tínhamos a intenção de encontrar as semelhanças e as diferenças existentes entre o mercado das criptomoedas e os mercados de ativos mais tradicionais, como o mercado de ações, o mercado do ouro e o mercado monetário, etc. Com as comparações realizadas procurámos responder a questões como:

- “Qual é o mercado tradicional que mais se aproxima do mercado da bitcoin?”
- “As criptomoedas estão mais correlacionadas com o mercado europeu ou norte-americano?”
- “Podemos considerar a bitcoin uma nova forma de pagamento?”
- “É a bitcoin um novo ativo de reserva de valor?”
- “Qual a importância da bitcoin numa carteira de investimentos?”

Efetuada uma análise com um período temporal compreendido entre 4 de janeiro de 2011 e 31 de dezembro de 2020, estudámos a bitcoin em comparação com outra criptomoeda, com o ouro, índices bolsistas, taxas de juro e de câmbio, um índice de volatilidade do mercado de ações (VIX) e futuros do petróleo bruto. Começámos por calcular correlações simples entre a bitcoin e cada uma das outras variáveis, tendo detetado os maiores valores entre a bitcoin e a ethereum (sem surpresas), a euribor, e o ouro (preço spot e unidades ETF). A longo prazo, verificámos que a variável que se aproxima mais de uma relação de equilíbrio com a bitcoin é o preço spot do ouro. Isto leva-nos a concluir que, no longo prazo, emerge o papel da bitcoin como reserva de valor.

Numa perspetiva de curto prazo, os resultados foram bastante diversificados. Em termos de modelos de previsão para o valor médio, concluímos que as rendibilidades do ouro ajudam a prever os valores futuros das rendibilidades da bitcoin, enquanto estas ajudam a prever os valores futuros da rendibilidade/crescimento da ethereum, do índice S&P500, dos futuros do petróleo e da taxa fed. Já em termos de modelação da variância, concluímos que a rendibilidade da bitcoin é das mais voláteis no grupo dos ativos analisados, sendo o seu padrão de volatilidade mais próximo, em geral, do observado na rendibilidade dos futuros do petróleo bruto, o que acentua o seu carácter especulativo.

Em suma, tentando responder às questões iniciais: o mercado que mais se aproxima da bitcoin, segundo os resultados obtidos nas análises descritas anteriormente, aparenta ser o mercado do preço spot do ouro, fazendo assim sobressair a sua função de reserva de

valor (e mostrar-se menos como meio de pagamento). Todavia, a nossa análise mostrou-nos que a bitcoin é um ativo bastante mais volátil que o ouro, aproximando-se mais, a este nível, do mercado dos futuros do petróleo. A nossa análise indica-nos também que a bitcoin está mais próxima do mercado americano do que do europeu, pois ajuda na previsão de curto prazo da rentabilidade do S&P500 e da taxa fed, mas não do FTSE100 ou da euribor (apesar da correlação simples elevada com esta variável).

Resumidamente, a bitcoin parece ter um papel importante a desempenhar numa carteira de investimentos, como ativo bastante flexível (e também volátil) a curto prazo, mas que a longo prazo poderá funcionar, à semelhança do ouro, como reserva de valor. No fundo, digamos que o lugar da bitcoin na economia é algures entre um ativo de investimento/especulação e um ativo de reserva de valor.

Como sugestões para trabalhos futuros, seriam interessantes três tipos de extensões: (i) acrescentar à análise o mercado de futuros do ouro; (ii) introduzir mais criptomoedas na análise, e verificar se têm funções diversas da bitcoin; (iii) alargar os modelos de análise da volatilidade, considerando nomeadamente efeitos assimétricos.

BIBLIOGRAFIA

- 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.
- Almeida, J., Correia, J., & Dionísio, A. (2021). Relação entre a bitcoin e o mercado acionista. *Cadernos do mercado de valores mobiliários*, 65, 8-35.
- Bajpai, P. (2021). Countries Where Bitcoin Is Legal and Illegal [Web page]. Retrieved from <https://www.investopedia.com/articles/forex/041515/countries-where-bitcoin-legal-illegal.asp>.
- Balcilar, M., Bouri, E., Gupta, R., & Roubaud, D. (2017). Can volume predict Bitcoin returns and volatility? A quantiles-based approach. *Economic Modelling*, 64, 74–81.
- Baur, D. G., Dimpfl, T., & Kuck, K. (2018). Bitcoin, gold and the US dollar – A replication and extension. *Finance Research Letters*, 25, 103–110.
- Baur, D. G., Hong, K. H., & Lee, A. D. (2018). Bitcoin: Medium of exchange or speculative assets? *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 54, 177–189.
- Bedi, P., & Nashier, T. (2020). On the investment credentials of Bitcoin: A cross-currency perspective. *Research in International Business and Finance*.
- Bildirici, M. E., & Sonustun, B. (2021). Chaotic behavior in gold, silver, copper and bitcoin prices. *Resources Policy*, 74, 102-386.
- Böhme, R., Christin, N., Edelman, B., & Moore, T. (2015). *Bitcoin: Economics, Technology, and Governance*. 29(2), 213–238.
- Bonneau, J., Miller, A., Clark, J., Narayanan, A., Kroll, J. A., & Felten, E. W. (2015). SoK: Research perspectives and challenges for bitcoin and cryptocurrencies. *Proceedings - IEEE Symposium on Security and Privacy*, 104–121.
- Borri, N. (2019). Conditional tail-risk in cryptocurrency markets. *Journal of Empirical Finance*, 50, 1–19.
- Bouoiyour, J., & Selmi, R. (2015). What does Bitcoin look like? *Annals of Economics and Finance*, 16(2), 449–492.
- Bouri, E., Molnár, P., Azzi, G., Roubaud, D., & Hagfors, L. I. (2017). On the hedge and safe haven properties of Bitcoin: Is it really more than a diversifier? *Finance Research Letters*, 20, 192–198.
- Chan, W. H., Le, M., & Wu, Y. W. (2019). Holding Bitcoin longer: The dynamic hedging abilities of Bitcoin. *Quarterly Review of Economics and Finance*, 71, 107–113.

- Cheah, E. T., & Fry, J. (2015). Speculative bubbles in Bitcoin markets? An empirical investigation into the fundamental value of Bitcoin. *Economics Letters*, 130, 32–36.
- Chen, W., Wu, J., Zheng, Z., Chen, C., & Zhou, Y. (2019). Market Manipulation of Bitcoin: Evidence from Mining the Mt. Gox Transaction Network. *Proceedings - IEEE INFOCOM*, 964–972.
- Corbet, S., Lucey, B., & Yarovaya, L. (2018). Datestamping the Bitcoin and Ethereum bubbles. *Finance Research Letters*, 26, 81–88.
- Corbet, S., Meegan, A., Larkin, C., Lucey, B., & Yarovaya, L. (2018). Exploring the dynamic relationships between cryptocurrencies and other financial assets. *Economics Letters*, 165, 28–34.
- Dyhrberg, A. H. (2016a). Bitcoin, gold and the dollar - A GARCH volatility analysis. *Finance Research Letters*, 16, 85–92.
- Dyhrberg, A. H. (2016b). Hedging capabilities of bitcoin. Is it the virtual gold? *Finance Research Letters*, 16, 139–144.
- Gailey, A. (2022). 55% of Bitcoin Investors Started in the Last Year. 5 Things You Should Know if You're New to Crypto [Web page]. Retrieved from <https://time.com/nextadvisor/investing/cryptocurrency/things-to-know-for-new-crypto-investors/>.
- Ghorbel, A., & Jeribi, A. (2021). Investigating the relationship between volatilities of cryptocurrencies and other financial assets. *Decisions in Economics and Finance*.
- Guesmi, K., Saadi, S., Abid, I., & Ftiti, Z. (2019). Portfolio diversification with virtual currency: Evidence from bitcoin. *International Review of Financial Analysis*, 63, 431–437.
- Hendrickson, J. R., & Luther, W. J. (2017). Banning bitcoin. *Journal of Economic Behavior and Organization*, 141, 188–195.
- Hendrickson, J. R., & Luther, W. J. (2021a). Cash, crime, and cryptocurrencies. *Quarterly Review of Economics and Finance*.
- Hendrickson, J. R., & Luther, W. J. (2021b). The Value of Bitcoin in the Year 2141 (and Beyond!). *SSRN Electronic Journal*, 21-41.
- Henriques, I., & Sadorsky, P. (2018). Can Bitcoin Replace Gold in an Investment Portfolio? *Journal of Risk and Financial Management*, 11(3), 48.
- Hossain, M. J., Ismail, M. T., Akter, S., & Hossain, M. R. (2020). Which will serve better as a hedge or diversifier Gold or Bitcoin? *2020 International Conference on Decision Aid Sciences and Application*, 1052–1055.

- Hussain Shahzad, S. J., Bouri, E., Roubaud, D., & Kristoufek, L. (2020). Safe haven, hedge and diversification for G7 stock markets: Gold versus bitcoin. *Economic Modelling*, 87, 212–224.
- Jackson, G., & Ahuja, V. (2016). Dawn of the digital age and the evolution of the marketing mix. *Journal of Direct, Data and Digital Marketing Practice*, 17(3), 170–186.
- Jang, S. M., Yi, E., Kim, W. C., & Ahn, K. (2019). Information flow between bitcoin and other investment assets. *Entropy*, 21(11), 1–8.
- Jareño, F., González, M. de la O., Tolentino, M., & Sierra, K. (2020). Bitcoin and gold price returns: A quantile regression and NARDL analysis. *Resources Policy*.
- Kaushal, P. K., Bagga, A., & Sobti, R. (2017). Evolution of bitcoin and security risk in bitcoin wallets. *2017 International Conference on Computer, Communications and Electronics*, 172–177.
- Kharpal, A. (2022). Crypto firms say thousands of digital currencies will collapse, compare market to early dotcom days [Web page]. Retrieved from <https://www.cnbc.com/2022/06/03/crypto-firms-say-thousands-of-digital-currencies-will-collapse.html>.
- Kibet, L. (2022). 5 Best Long-Term Cryptocurrencies To Buy for 2022 [Web page]. Retrieved from <https://www.nasdaq.com/articles/5-best-long-term-cryptocurrencies-to-buy-for-2022>.
- Klein, T., Pham Thu, H., & Walther, T. (2018). Bitcoin is not the New Gold – A comparison of volatility, correlation, and portfolio performance. *International Review of Financial Analysis*, 59, 105–116.
- Kshetri, N. (2022). El Salvador’s Bitcoin Gamble. *Computer*, 55(6), 85–89.
- Kumar, A. S. (2020). Testing safe haven property of bitcoin and gold during Covid-19: Evidence from Multivariate GARCH analysis. *Economics Bulletin*, 40(3), 2005–2015.
- Kurka, J. (2019). Do cryptocurrencies and traditional asset classes influence each other? *Finance Research Letters*, 31, 38–46.
- Marques, G. (2022). Mais de 1.000 novas criptomoedas foram criadas só no primeiro mês de 2022 [Web page]. Retrieved from <https://exame.com/future-of-money/mais-de-1-000-novas-criptomoedas-foram-criadas-so-no-primeiro-mes-de-2022/>.
- Mendoza-Tello, J. C., Mora, H., Pujol-López, F. A., & Lytras, M. D. (2018). Social Commerce as a Driver to Enhance Trust and Intention to Use Cryptocurrencies for Electronic Payments. *IEEE Access*, 6, 50737–50751.

- Rahimi, F., & Sharifian, S. (2020). *Cryptocurrency in the National and International System*. 11, 87–93.
- Sahoo, P. K. (2017). Bitcoin as digital money: Its growth and future sustainability. *Theoretical and Applied Economics*, 53–64.
- Su, C. W., Qin, M., Tao, R., & Zhang, X. (2020). Is the status of gold threatened by Bitcoin? *Economic Research-Ekonomska Istrazivanja* , 33(1), 420–437.
- Taleb, N. N. (2021). *Bitcoin, Currencies, and Bubbles*. 1–6.
- Telli, Ş., & Chen, H. (2020). Multifractal behavior in return and volatility series of Bitcoin and gold in comparison. *Chaos, Solitons and Fractals*, 139, 109-994.
- Titov, V., Uandykova, M., Litvishko, O., Kalmykova, T., Prosekov, S., & Senjyu, T. (2021). Cryptocurrency open innovation payment system: Comparative analysis of existing cryptocurrencies. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*.
- Tran, V. Le, & Leirvik, T. (2020). Efficiency in the markets of crypto-currencies. *Finance Research Letters*, 35, 101382.
- Trimborn, S., & Härdle, W. K. (2018). CRIX an Index for cryptocurrencies. *Journal of Empirical Finance*, 49, 107–122.
- Visa (2014). *Build your business and stay out in front with a simplified connection*. 2–3. <https://usa.visa.com/content/dam/VCOM/download/merchants/mdex-fact-sheet.pdf>
- Vo, N. N. Y., & Xu, G. (2017). The volatility of Bitcoin returns and its correlation to financial markets. *Proceedings of 4th International Conference on Behavioral, Economic, and Socio-Cultural Computing, BESC 2017*, 1–6.
- Zamrodah, Y. (2022). ARE CRYPTOCURRENCIES CURRENCIES? BITCOIN AS LEGAL TENDER IN EL SALVADOR. 15(2), 1–23.

ANEXOS

Figura A1: Valores absolutos do preço da bitcoin e da ethereum

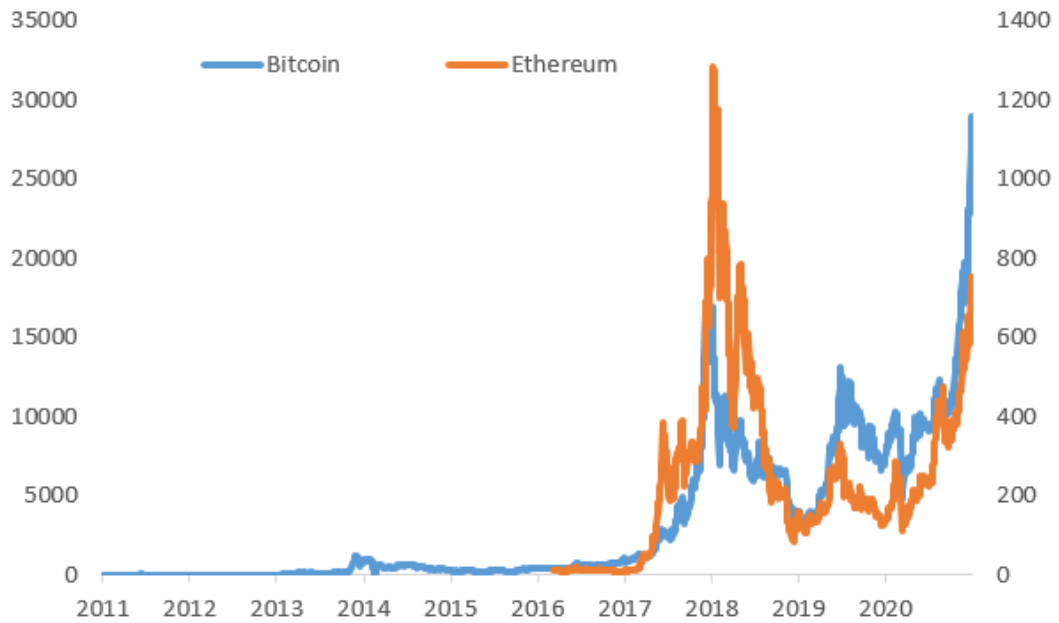


Figura A2: Valores absolutos dos índices ftse100, s&p500 e futuros do petróleo bruto

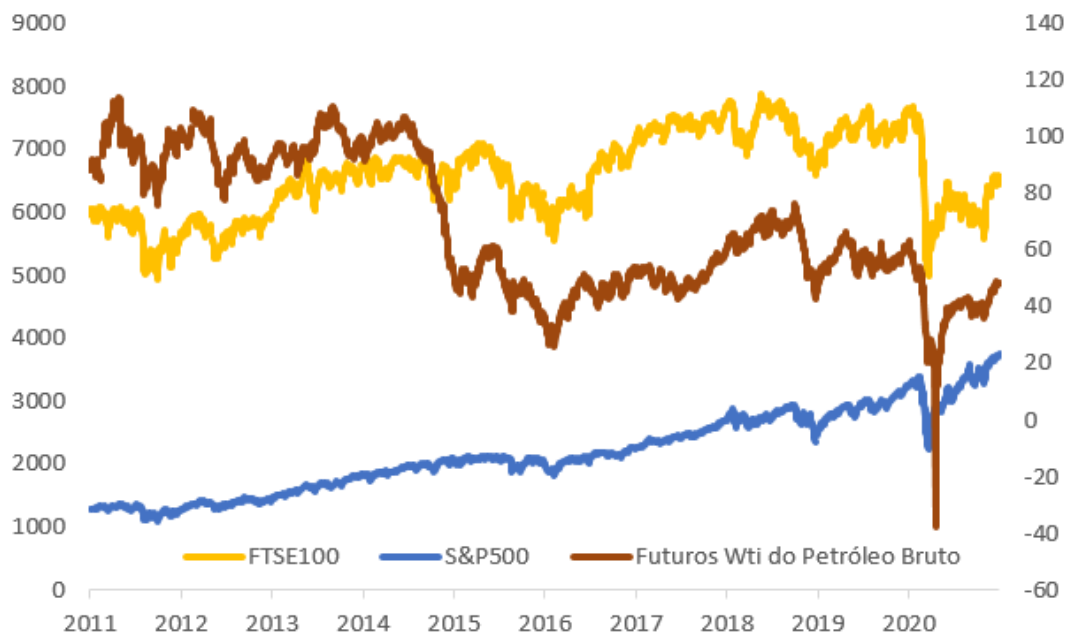


Figura A3: Valores absolutos dos preços do ouro e unidades do ETF em ouro

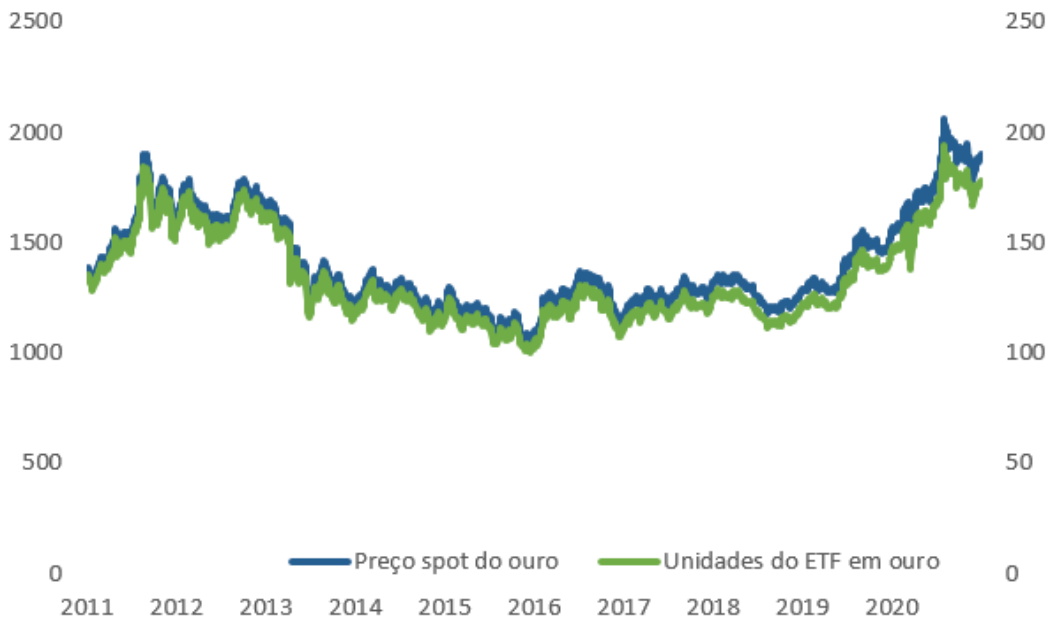


Figura A4: Valores da taxa de câmbio EUR/USD, taxa euribor a 6meses e a taxa fed a 1ano

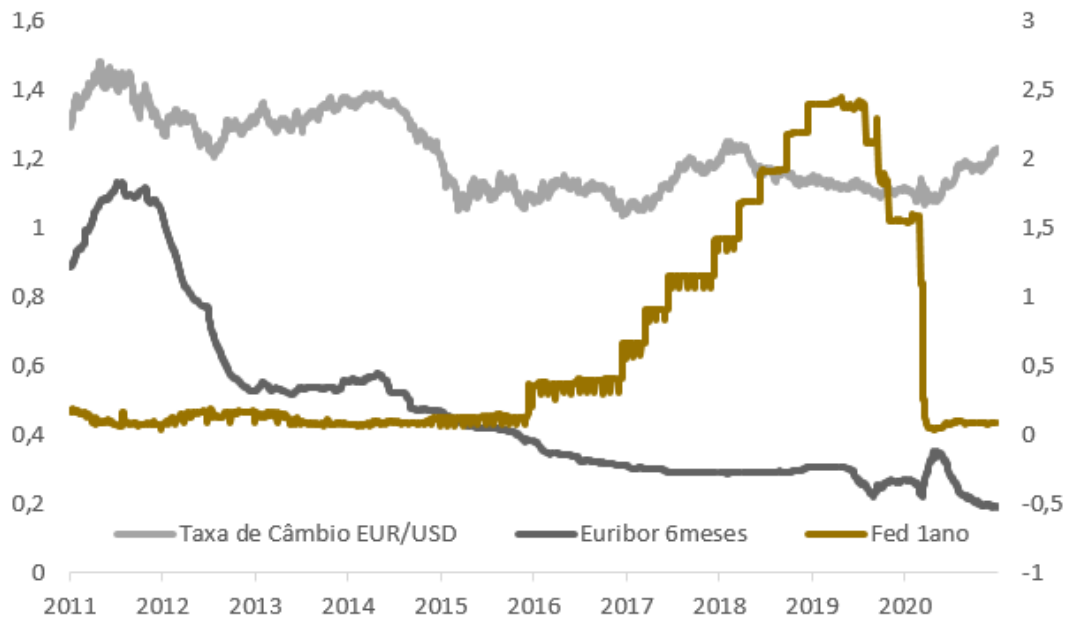


Figura A5: Comparação dos valores absolutos do mercado da bitcoin com os índices ftse100 e s&p500

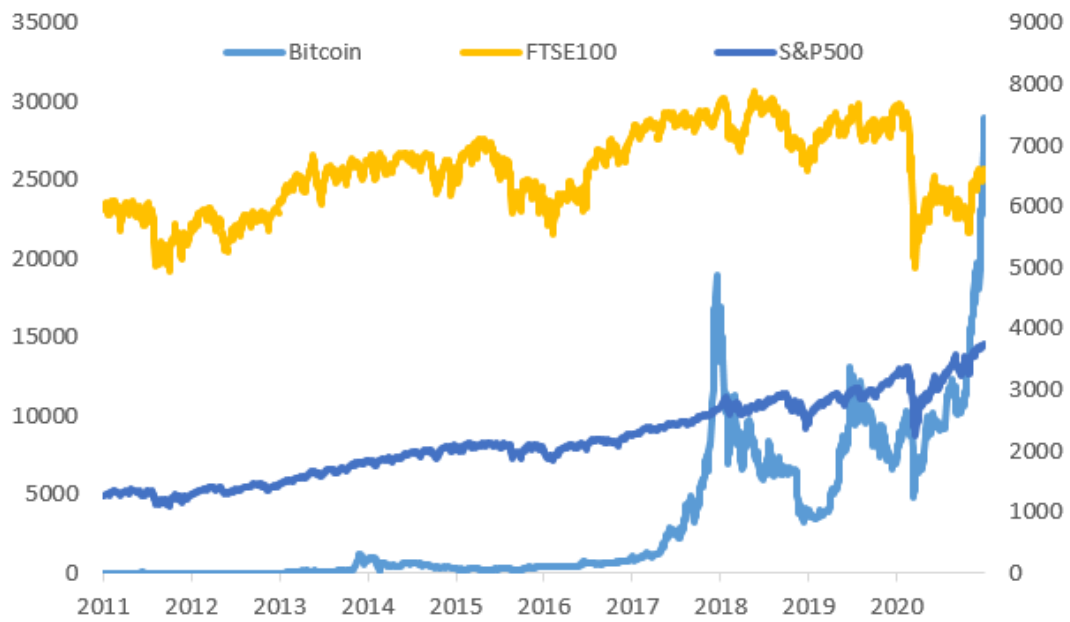


Figura A6: Comparação dos valores absolutos do mercado da bitcoin com as unidades do ETF em ouro



Figura A7: Comparação dos valores absolutos do mercado da bitcoin com o preço spot do ouro



Figura A8: Comparação dos valores absolutos do mercado da bitcoin com os futuros Wti do petróleo bruto

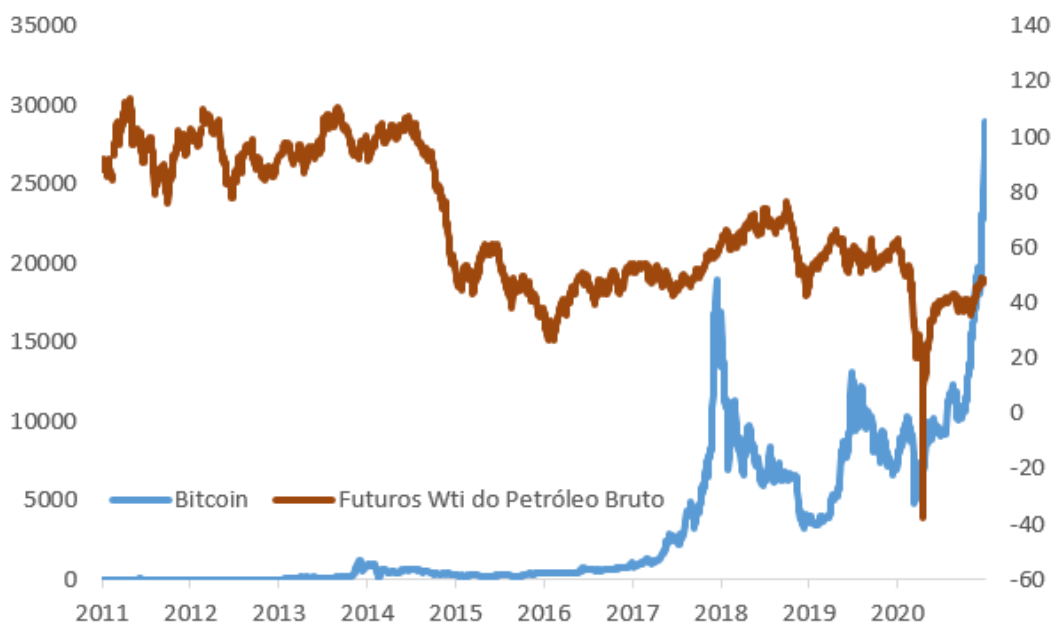


Figura A9: Comparação do valor absoluto do preço da bitcoin com as taxas euribor a 6 meses e a taxa fed a 1 ano

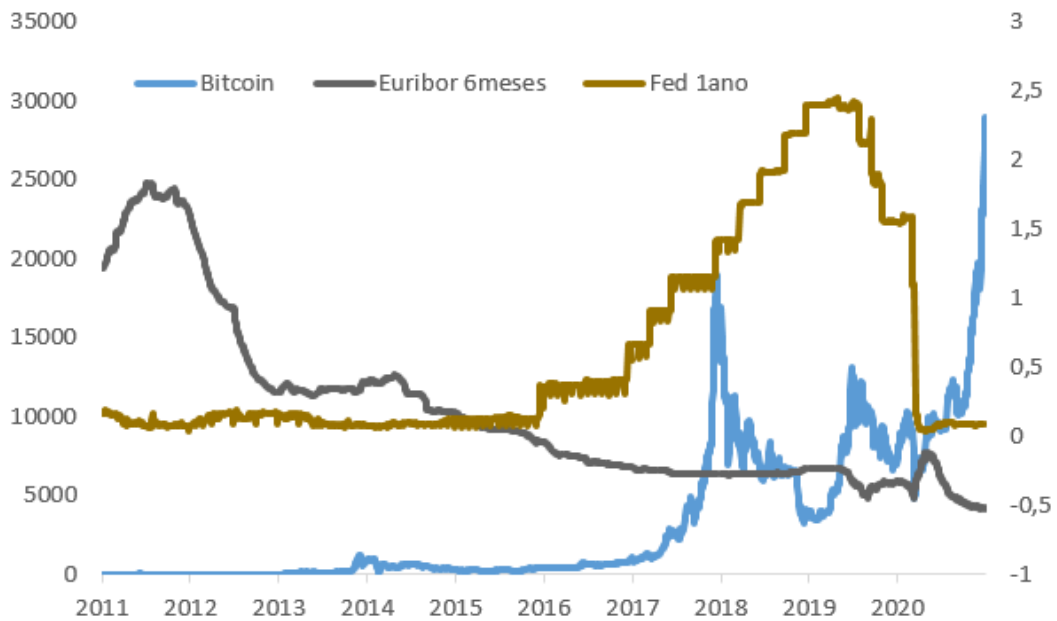


Figura A10: Comparação do valor absoluto do preço da bitcoin com a taxa de câmbio EUR/USD

