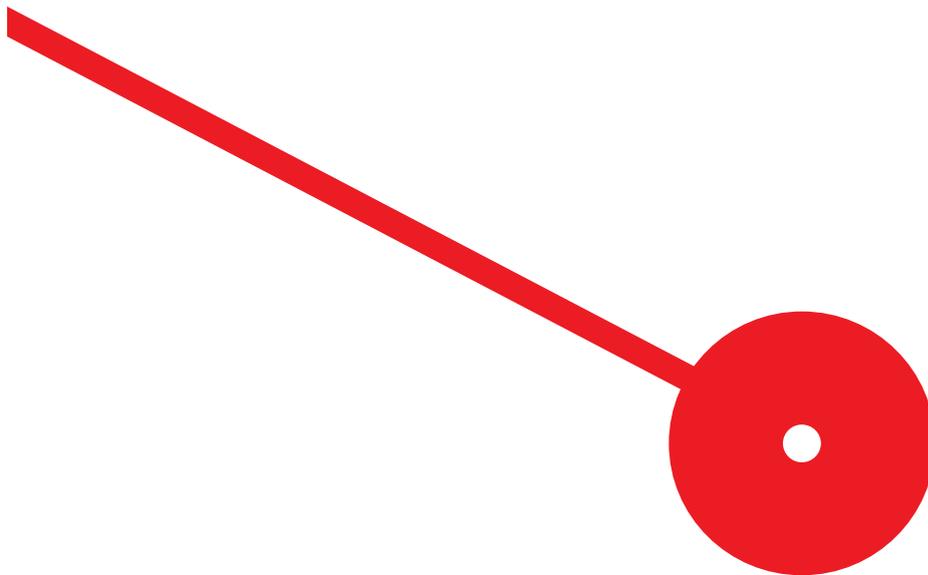




Análise da relação entre a Bitcoin e o mercado acionista

Marco da Silva Nascimento

10/2023

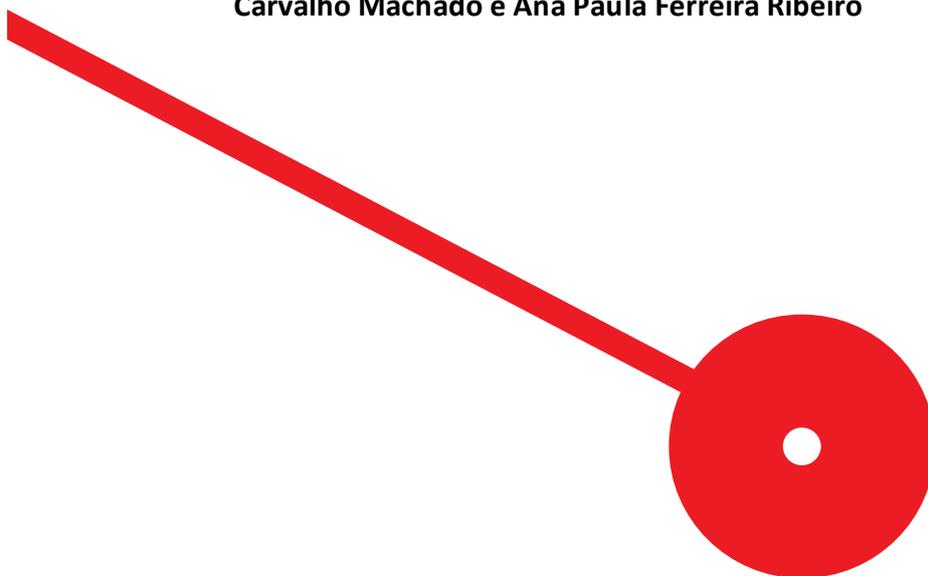




Análise da relação entre a Bitcoin e o mercado acionista

Marco da Silva Nascimento

**Dissertação de Mestrado
apresentada ao Instituto Superior de Contabilidade e Administração
do Porto para a obtenção do grau de Mestre em Contabilidade e
Finanças, sob orientação das Professoras Doutoras Celsa Maria de
Carvalho Machado e Ana Paula Ferreira Ribeiro**



Agradecimentos

Nesta etapa de tão grande importância deste trilha da minha vida endereço, de forma singela, os meus sinceros agradecimentos a quem contribuiu para que este trabalho fosse encetado e concluído.

Em primeiro lugar, às minhas orientadoras, Professora Doutora Celsa Maria de Carvalho Machado e Professora Doutora Ana Paula Ferreira Ribeiro pelo superior saber docente, pela adequada orientação e ao apoio que me levou na direção certa, nunca descurando na sua disponibilidade e paciência incansáveis para este discente.

“Last but not least”, à minha família.

Obrigado.

Resumo:

Desde o seu aparecimento em 2008 a Bitcoin tem vindo a ganhar crescente relevância e a desafiar os conceitos convencionais de moeda e de investimento financeiro. Entender a sua interação com a economia global, e mais especificamente, com o mercado acionista, é o objetivo deste estudo.

Para analisar a relação entre o preço da Bitcoin e os índices do mercado acionista, estimou-se um modelo Vetor de Correção do Erro (VECM), usando-se dados mensais no período compreendido entre 2014 até 2023 e controlando-se os efeitos de outras variáveis macroeconómicas tais como o preço do ouro, a taxa de câmbio nominal efetiva, o índice de preços no consumidor, a taxa de juros e um índice de incerteza político e económico. A análise em presença foi ainda complementada com a inclusão de índices de ações de três áreas geográficas distintas (Estados Unidos, Europa e China) e de índices setoriais de ações.

De acordo com os resultados obtidos, foi possível concluir que o preço da Bitcoin não apresenta relação de longo prazo com os seus determinantes mas, no curto prazo, observa uma relação positiva com os índices S&P 500, Dow Jones, NASDAQ e Stoxx 600. Esta dinâmica positiva, revelou-se particularmente significativa em resposta aos seguintes índices setoriais: bens discricionários, indústria, informação e tecnologia, materiais, imobiliário, serviços de comunicação e energia.

Palavras chave: Bitcoin, mercados acionistas, determinantes do preço, VECM

Abstract:

Since its emergence in 2008, Bitcoin has been gaining increasing relevance and challenging conventional concepts of currency and financial investment. Understanding its interaction with the global economy, specifically with the stock market, is the aim of this study.

To analyze the relationship between the price of Bitcoin and stock market indices, a Vector Error Correction Model (VECM) was estimated using monthly data from 2014 to 2023, while controlling for the effects of other macroeconomic variables such as the price of gold, the effective nominal exchange rate, the consumer price index, interest rates, and a political and economic uncertainty index. The analysis was further complemented by the inclusion of stock indices from three distinct geographic areas (United States, Europe and China) and sectoral stock indices.

According to the results obtained, it was possible to conclude that the price of Bitcoin does not exhibit a long-term relationship with its determinants, but in the short term, it shows a positive relationship with the S&P 500, Dow Jones, NASDAQ, and Stoxx 600 indices. This positive dynamic proved to be particularly significant in response to the following sectoral indices: consumer discretionary, industrial, information and technology, materials, real estate, and energy.

Keywords: Bitcoin, stock market, price determinants, VECM

Índice geral

Introdução	1
Introdução	2
Capítulo I: Bitcoin - Enquadramento Geral	4
1 Bitcoin - Enquadramento geral	5
1.1 Conceito	5
1.2 Vantagens e desvantagens	6
1.3 Oferta e procura	7
1.4 A evolução do preço da Bitcoin	9
Capítulo II- Determinantes do preço da Bitcoin	11
2 Determinantes do preço da Bitcoin	12
2.1 Revisão da literatura empírica – Relação do preço da Bitcoin e mercado acionista.....	12
2.2 Revisão da literatura empírica – Outros determinantes do preço da Bitcoin	17
Capítulo III – Dados e Metodologia	21
3 Dados e Metodologia.....	22
3.1 Dados	22
3.2 Metodologia.....	24
3.2.1 Teste de raiz unitária Augmented Dickey-Fuller (ADF)	24
3.2.2 Teste de cointegração de Johansen.....	25
3.2.3 Modelo Vetor de Correção do Erro (VECM)	26
3.2.4 Teste de causalidade de Granger	26
Capítulo IV – Análise e discussão dos resultados.....	28
4 Análise e discussão dos resultados	29
4.1 Análise das variáveis.....	29
4.1.1 Estatísticas descritivas	29
4.1.2 Análise da estacionariedade das variáveis	30

4.2	Especificação e estimação do modelo	30
4.2.1	Seleção do número ótimo de defasamentos	31
4.2.2	Teste de cointegração de Johansen.....	31
4.2.3	Estimação do modelo vetor de correção do erro (VECM)	32
4.2.4	Análise da qualidade do modelo estimado.....	34
4.2.4.1	Estabilidade do modelo.....	34
4.2.4.2	Análise dos resíduos.....	34
4.3	Determinantes do preço da Bitcoin com base em variáveis dos Estados Unidos da América	36
4.3.1	Teste de causalidade de Granger	36
4.3.2	Respostas impulso	36
4.3.3	Índices setoriais do índice S&P 500.....	38
4.4	Análise de robustez do preço da Bitcoin a determinantes de outras áreas geográficas	39
4.4.1	Europa	39
4.4.2	China	40
4.4.3	Global.....	40
	Conclusão.....	42
	Conclusão.....	43
	Referências bibliográficas.....	45
	Apêndices.....	52
	Apêndice 1 - Teste de causalidade de Granger das variáveis dos EUA.....	53
	Apêndice 2 - Teste IRF do índice Dow Jones	55
	Apêndice 3 - Teste IRF do índice NASDAQ.....	56
	Apêndice 4 - Teste IRF dos índices setoriais S&P 500.....	57

Índice de Figuras

Figura 1-Dominância da Bitcoin no mercado das criptomoedas em capitalização de mercado.....	5
Figura 2- Evolução do preço da Bitcoin, 2014-2023.....	9
Figura 3-Volume de transações da Bitcoin em dólares, 2011-2023	10
Figura 4-Gráfico de raízes	34
Figura 5-Respostas impulso do preço da Bitcoin às variáveis dos EUA.....	37
Figura 6-Respostas impulso do preço da Bitcoin aos índices setoriais do S&P 500	38
Figura 7-Respostas impulso do preço da Bitcoin às variáveis da Europa	39
Figura 8-Respostas impulso do preço da Bitcoin às variáveis da China	40
Figura 9-Respostas impulso do preço da Bitcoin a todas as variáveis	41

Índice de Tabelas

Tabela 1-Emissão de Bitcoin.....	8
Tabela 2-Relação entre preço da Bitcoin e mercado acionista: resumo da revisão da literatura empírica	12
Tabela 3-Descrição e fontes das variáveis selecionadas.....	22
Tabela 4-Estatísticas descritivas das variáveis EUA	29
Tabela 5-Testes de raiz unitária ADF	30
Tabela 6-Número ótimo de defasamentos	31
Tabela 7-Teste de cointegração: traço	31
Tabela 8-Teste de cointegração: máximo valor próprio	31
Tabela 9-Equação de cointegração.....	32
Tabela 10-Correção do erro.....	33
Tabela 11-Teste de autocorrelação dos resíduos de Portmanteau.....	34
Tabela 12-Teste de heterocedasticidade dos resíduos	35
Tabela 13-Teste da normalidade de Jarque-Bera	35

Lista de abreviaturas

ADF - Augmented Dickey-Fuller

ARDL - Autoregressive Distributed Lag

BTC - Bitcoin

CPI - Consumer Price Index

DMCA - Detrended Moving-average Cross-correlation Analysis

DUVOL - Downward Volatility

ECM - Error-Correction Model

EUA - Estados Unidos da América

FFR - Federal Funds Rate

FOMO - Fear of Missing Out

FTSE - Financial Times Stock Exchange

GARCH - Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity

GEPU - Global Economic Policy Uncertainty Index

KOSPI - Korea Composite Stock Price Index

NASDAQ - National Association of Securities Dealers Automated Quotations

NCSKEW - Negative Conditional Skewness

OLS - Ordinary Least Squares

PSEi - Philippines Stock Exchange Index

SSEC - Shanghai Stock Exchange Composite

TNE - Taxa Nominal Efetiva

VAR - Vector Autoregression

VECM - Vector Error Correction Model

Introdução

Contextualização

Com o desenvolvimento da Internet o mercado financeiro tem testemunhado uma mudança na forma como os ativos são negociados e entendidos. Com esta evolução, o aparecimento das criptomoedas, com o surgimento da Bitcoin em 2008, potenciou a alteração dos conceitos convencionais de moeda e de investimento financeiro. O mercado acionista, que continua a ser onde se transacionam os principais ativos escolhidos pelas pessoas quanto a aplicações financeiras, continua a evoluir constantemente. Em resultado dessa evolução e da potencial complementaridade ou substituibilidade entre estes ativos tradicionais e a Bitcoin, concorre para que a relação entre o mercado acionista e a Bitcoin se revele uma área de interesse crescente na literatura, na medida em que ambos os ativos competem pelo capital dos investidores, influenciando-se de forma mútua e complexa, com consequências no plano macroeconómico, no âmbito da transmissão da política monetária.

Formulação do objetivo

Entender a relação entre estes dois tipos de ativos que, pela sua natureza, apresentam-se distintos no cenário financeiro global, pode ser importante para os investidores e decisores políticos. Assim, esta dissertação tem como objetivo principal relacionar a Bitcoin com os índices acionistas, também investigando, como subproduto, os possíveis vínculos entre o preço da Bitcoin e outros determinantes.

Resumindo, estudar a relação do preço da Bitcoin com o mercado acionista, é mais um contributo para a literatura, ainda escassa e que tem encontrado uma relação ambígua. A maioria dos estudos encontra uma relação positiva, como, por exemplo, Van Wijk, (2013) e Kapar e Olmo (2020), mas outros encontram uma relação negativa, e.g., Wang et al., (2016) e Zhu et al. (2017), ou até concluem pela não existência de vínculos, e.g. Bhullar e Bhatnagar (2020). Assim, quanto à resposta à questão da investigação (**Será que existe relação entre o preço da Bitcoin e os mercados acionistas?**) pretende-se, em particular, contribuir para a literatura com a inclusão, dada a dimensão mundial do mercado da Bitcoin, do papel simultâneo de um conjunto alargado de determinantes macroeconómicos como por exemplo a inflação, taxa de câmbio e taxa de juro das três principais áreas económicas - EUA, Europa e China -, da avaliação da diferente

sensibilidade a índices acionistas setoriais, usando uma amostra alargada de frequência mensal, no período de janeiro de 2014 a abril de 2023.

Metodologia

De forma a analisar o objetivo formulado anteriormente, realiza-se um estudo sobre a relação do preço da Bitcoin com o mercado acionista e outras variáveis macroeconómicas usando o modelo vetor correção do erro (VECM). Este modelo revela-se adequado já que, dada a forte interdependência das variáveis, permite tratá-las todas como endógenas. Para além disso, permite avaliar esta relação no longo e curto prazo. A especificação do modelo a estimar, bem como das variáveis a utilizar resultou da análise de uma revisão da literatura empírica sobre a relação entre os dois mercados, onde se identificam também mecanismos de transmissão entre eles. Essa revisão da literatura estendeu-se aos outros determinantes do preço da Bitcoin para fossem identificadas as variáveis de controlo a incluir no modelo a estimar.

Estrutura da Dissertação

A dissertação está dividida em cinco capítulos.

O primeiro capítulo centra-se numa contextualização geral da Bitcoin, onde se começa por abordar o seu conceito, passando por apresentar as vantagens e desvantagens adstritas à mesma, pela caracterização da oferta e procura do mercado, bem como podem influenciar o seu preço e, por fim, é realizada uma breve síntese da evolução do preço da Bitcoin, desde a sua génese.

No segundo capítulo insere-se a revisão de literatura empírica sobre a relação do preço da Bitcoin com os índices de mercado acionista, bem como com outros determinantes.

No terceiro capítulo descreve-se os dados e a metodologia que irão ser utilizados no estudo. Começa-se por uma apresentação da amostra, das variáveis e fontes, seguindo-se a descrição do tratamento dos dados para a aplicação de um VECM e, finalmente, a especificação das suas características.

Depois de uma introdução aos dados e metodologia que irão ser utilizados, visa o quarto capítulo a análise dos resultados obtidos das estimações da relação de longo e curto prazo entre a Bitcoin e os seus determinantes, nomeadamente com os índices acionistas. Finalmente, no último capítulo, apresentam-se as conclusões obtidas, tal como as limitações do presente estudo.

CAPÍTULO I: BITCOIN - ENQUADRAMENTO GERAL

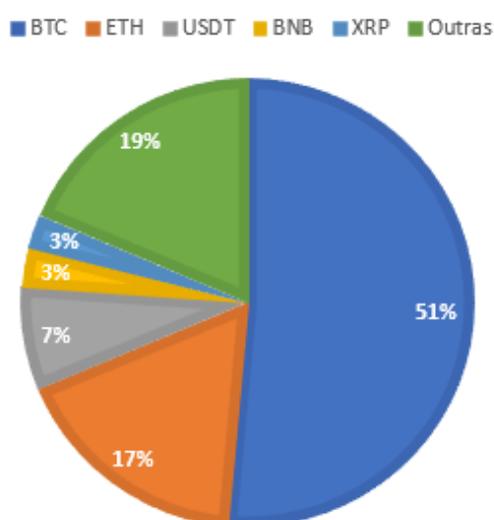
1 Bitcoin - Enquadramento geral

Este capítulo fornece uma caracterização sumária do papel e funcionamento da Bitcoin na economia: conceito, vantagens e desvantagens, descrição do mercado (oferta e procura) e, por fim, a evolução do preço da Bitcoin desde o seu aparecimento até aos dias de hoje.

1.1 Conceito

A noção de moeda digital remonta para a década de 90 do século passado, mas as criptomoedas têm a sua génese num artigo de Nakamoto publicado em 2008 onde, pela primeira vez, se apresenta o conceito de Bitcoin, tendo sido apenas lançada no mercado em 2009 (Munoz & Frenkel, 2020; Chen, 2021). As criptomoedas envolvem tecnologia e funcionalidades inovadoras e de elevada segurança, as quais têm como objetivo serem um meio de troca unicamente digital usando a criptografia de forma a substituir as instituições financeiras (Klein et al., 2018; Pernice & Scott, 2021). A Bitcoin, tal como, e.g., a Ethereum, a Tether USDT ou a XRP, é a criptomoeda com maior capitalização (valor de operações) no mercado¹. A Figura 1 demonstra essa predominância no mercado das criptomoedas, salientando-se a sua representação em mais de metade do mercado.

Figura 1-Dominância da Bitcoin no mercado das criptomoedas em capitalização de mercado



Fonte: Elaboração própria no Excel com base nos dados retirados, em outubro de 2023, do site coinmarketcap.com

¹ Ver, e.g., [All Cryptocurrencies | CoinMarketCap](https://coinmarketcap.com).

No artigo original, Nakamoto (2008) apresenta a Bitcoin como usando o sistema *peer-to-peer*, este sistema consiste numa arquitetura de redes de computadores onde cada um dos pontos ou nós da rede funciona tanto como cliente quanto como servidor, permitindo compartilhamentos de serviços e dados sem a necessidade de um servidor central de forma a prevenir os gastos duplos, ou seja, de forma a eliminar os intermediários (como bancos e governos) das transações.

No entanto, devido às características das criptomoedas, inclusive da Bitcoin, estas podem tornar-se uma oportunidade de investimento atrativa ao proporcionar a possibilidade de obter um retorno muito elevado, mas também de alto risco (Brière et al., 2015).

1.2 Vantagens e desvantagens

São apresentadas muitas vantagens à Bitcoin. Como referido anteriormente, a inexistência de intermediários leva a **transações rápidas e com baixos custos** (Abdollah Ah Mand & Mohd, 2020). Estas transações são possíveis devido à tecnologia *Blockchain*, que permite que todas as operações realizadas na rede da Bitcoin sejam públicas (apesar das transações serem **públicas**, não estão associadas a nenhuma identidade, mas sim a uma carteira, afirmando-se que a Bitcoin não é anónima, mas sim **pseudónima**) (Brito & Castillo, 2016).

Outra vantagem apontada à Bitcoin é a sua **descentralização**, pois a rede não está ligada diretamente a qualquer entidade reguladora ou governo, mas sim a todos os computadores dos mineradores que compõem a rede, não sendo possível que apenas uma entidade possa ditar regras (Bunjaku et al., 2017).

A **segurança** nas transações também é garantida, sendo a identidade dos envolvidos nas transações completamente protegida visto que não é preciso qualquer informação pessoal. A moeda não pode ser falsificada, copiada ou usada mais do que uma vez o que permite combater possíveis tentativas de fraude. As carteiras de Bitcoin também são encriptadas de forma a garantir qualquer tentativa de roubo (Bunjaku et al., 2017; Stegaroiu, 2018).

Por outro lado, como refere Stegaroiu (2018), a Bitcoin ainda se apresenta numa fase prematura, não tendo apenas vantagens, mas também algumas desvantagens como, por exemplo, a **elevada volatilidade** do seu preço e, conseqüentemente, o seu elevado risco.

Segundo o autor, espera-se, no entanto, que essa tendência venha a diminuir ao longo dos anos.

Outra desvantagem, constantemente apontada à Bitcoin, é em relação à sua pegada ecológica: **os elevados gastos de energia** necessários na sua mineração são muitas vezes mencionados, havendo estimativas que, por vezes, existem gastos de energia equivalentes à eletricidade produzida por uma pequena central elétrica ou até mesmo ao consumo de eletricidade de pequenos países (Vranken, 2017).

Algumas características da Bitcoin são qualificadas, simultaneamente, como vantagens e como desvantagens; por exemplo, o não ser necessário fornecer informações pessoais para a realização de transações. Tal potencialidade pode ser considerada uma vantagem, mas, por outro lado, também pode levar a que a Bitcoin seja **usada para atividades ilegais**, como evasão fiscal, tráfico de armas, apostas ilegais, entre outros (Ayboğa & Ganii, 2022).

A descentralização também é algo muito apreciado pelos utilizadores, mas a **ausência de uma entidade reguladora** leva a que quem transaciona tenha total responsabilidade sobre a operação (Brito & Castillo, 2016). Esta total responsabilidade leva a que, primeiro, o utilizador **não pode reverter qualquer transação** sendo problemático em caso de erros ou fraudes e, segundo, a que, na **perda da chave privada**² da carteira, não exista qualquer forma de recuperar as moedas (Dumitrescu, 2017).

1.3 Oferta e procura

Apesar de ter várias vantagens e desvantagens, o valor da Bitcoin apenas depende da oferta e da procura (Brière et al., 2015). A oferta máxima será de 21 milhões de Bitcoins e este valor apenas será atingido em 2140 (Albuquerque & Callado, 2015). A oferta é responsabilidade dos mineradores, que mantêm a rede ativa e validam todas as transações, resolvendo problemas criptografados cuja dificuldade aumenta a cada quatro anos³. Se os mineradores forem bem-sucedidos, são recompensados com Bitcoin que lhes permite

² Todos os utilizadores da rede da Bitcoin têm acesso a uma chave privada e a uma chave pública. A chave privada serve para o dono da carteira provar que as moedas lhe pertencem, ou seja, para aprovar uma transação da sua carteira para outra. A chave pública serve para terceiros conseguirem verificar o valor presente na carteira e poderem transferir moedas para a mesma (Brissy, 2022).

³ Este ciclo é denominado de “*halving*”: a cada quatro anos a quantidade de Bitcoin que um minerador recebe por criar um bloco na rede é reduzida para metade (Meynkhard, 2019), podendo-se observar isto na Tabela 1.

abastecer o mercado (Brière et al., 2015; Dwyer, 2015). A Tabela 1 ilustra o processo de emissão de Bitcoin no mercado.

Tabela 1-Emissão de Bitcoin

Year	Bitcoin blocks by cumulative totals	Block remuneration, bitcoin	The amount of mined bitcoins	The amount of mined bitcoins of the maximum emission, %	The amount of mined bitcoins by cumulative totals
2009	210,000	50	10,500,000.00	50%	10,500,000.00
2012	420,000	25	5,250,000.00	25%	15,750,000.00
2016	630,000	12.5	2,625,000.00	12.5%	18,375,000.00
2020	840,000	6.25	1,312,500.00	6.25%	19,687,500.00
2024	1,050,000	3.125	656,250.00	3.125%	20,343,750.00
2028	1,260,000	1.5625	328,125.00	1.5625%	20,671,875.00
2032	1,470,000	0.78125	164,062.50	0.78125%	20,835,937.50
2036	1,680,000	0.390625	82,031.25	0.390625%	20,917,968.75
2040	1,890,000	0.1953125	41,015.63	0.1953125%	20,958,984.38
2044	2,100,000	0.09765625	20,507.81	0.09765624%	20,979,492.19
2048	2,310,000	0.048828125	10,253.91	0.048828143%	20,989,746.09
2052	2,520,000	0.0244140625	5,126.95	0.0244140476%	20,994,873.05
2056	2,730,000	0.01220703125	2,563.48	0.01220704762%	20,997,436.52
2060	2,940,000	0.006103515625	1,281.74	0.00610352381%	20,998,718.26
2064	3,150,000	0.0030517578125	640.87	0.00305176191%	20,999,359.13
2068	3,360,000	0.0015258789063	320.43	0.00152585714%	20,999,679.57
2072	3,570,000	0.0007629394531	160.22	0.00076295238%	20,999,839.78
2076	3,780,000	0.0003814697266	80.11	0.00038147619%	20,999,919.89
2080	3,990,000	0.0001907348633	40.06	0.00019076191%	20,999,959.95
...
2140	6,930,000	0.00	≈ 0.001222534	100%	21,000,000.00

Fonte: Meynkhart (2019, p.75)

A capacidade máxima estabelecida poderá ser uma forma de combater um dos vários problemas da economia global, designadamente a elevada taxa de inflação, apresentando-se a Bitcoin como uma **proteção contra a inflação**. Por exemplo, na Argentina, em certa altura, o escalar da inflação levou a um aumento exponencial da procura desta criptomoeda (Ulrich, 2017).

Para além da inflação, **outras variáveis macroeconómicas**, como as taxas de juro e taxas de câmbio, também influenciam a procura e, conseqüentemente, o preço da Bitcoin, como será discutido no Capítulo 2.

Além de todas as vantagens referidas anteriormente, um fator que influencia a procura da Bitcoin é a **confiança** que o mercado tem na mesma. Sendo uma moeda e não tendo valor intrínseco, o valor da Bitcoin está diretamente ligado à confiança dos utilizadores, sustentando na circunstância em que possa ser um meio de troca no futuro (Ciaian et al., 2015). Por exemplo, em setembro de 2021, El Salvador adotou a Bitcoin como uma **moeda de circulação legal** no país, tornando-se o primeiro do mundo a fazê-lo (Alvarez et al., 2022). Também a decisão da MicroStrategy em se tornar a primeira empresa listada na NASDAQ a adquirir Bitcoins e a tornar-se, a nível mundial, como a maior detentora

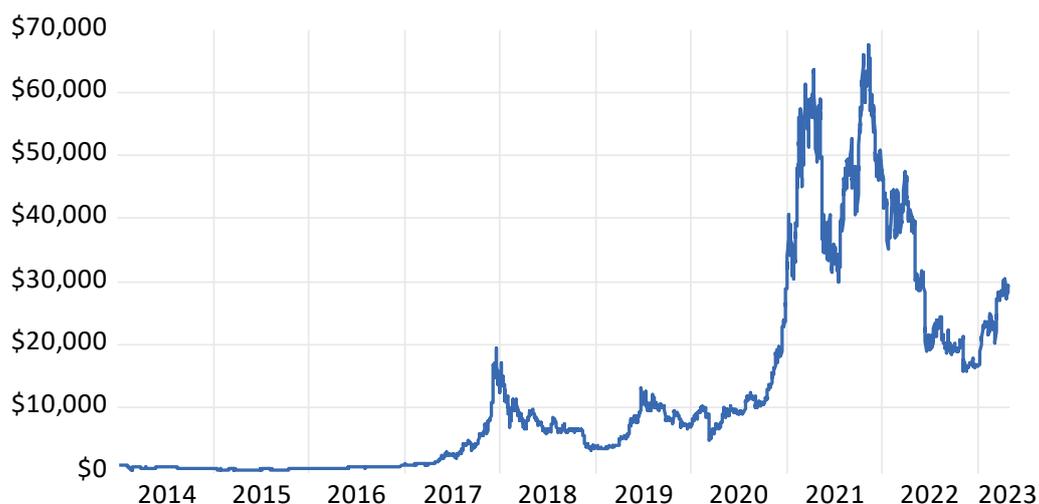
da criptomoeda, gerou uma grande procura pela mesma. Em outubro de 2023 detinham cerca de 158 245 Bitcoins com o intuito de funcionar como reserva de valor. Assim, a **aceitação institucional** é também um importante fator de procura da Bitcoin (Phillips & Pohl, 2023).

1.4 A evolução do preço da Bitcoin

Como sinais extraordinários da evolução da Bitcoin registam-se o primeiro registo da transação data de 2009, quando 1309,03 bitcoins foram vendidas por apenas um dólar ou ainda a primeira operação de compra com Bitcoin, em 2010, quando um americano adquiriu uma pizza por 10 000 bitcoins (Ulrich, 2017).

A evolução da Bitcoin ao longo do tempo foi repleta de grandes variações no preço, podendo-se referir o aumento em 2013 onde a Bitcoin se encontrava a ser transacionada a 150 dólares tendo, num espaço de meses, passado a mais de 1000 dólares, sendo que este fenómeno é conhecido como a bolha de 2013 (Gil-Alana et al., 2020). Também significativo foi o colapso, em 2014, da Mt. Gox, a maior empresa de câmbios da época, onde cerca de 80% das transações de Bitcoin eram realizadas. A empresa foi alvo de inúmeros ataques informáticos, apropriação ilegal de Bitcoins e acusações de manipulação de preços. Isso resultou na diminuição da confiança na Bitcoin e, conseqüentemente, na queda do seu preço (Williams et al., 2020).

Figura 2- Evolução do preço da Bitcoin, 2014-2023

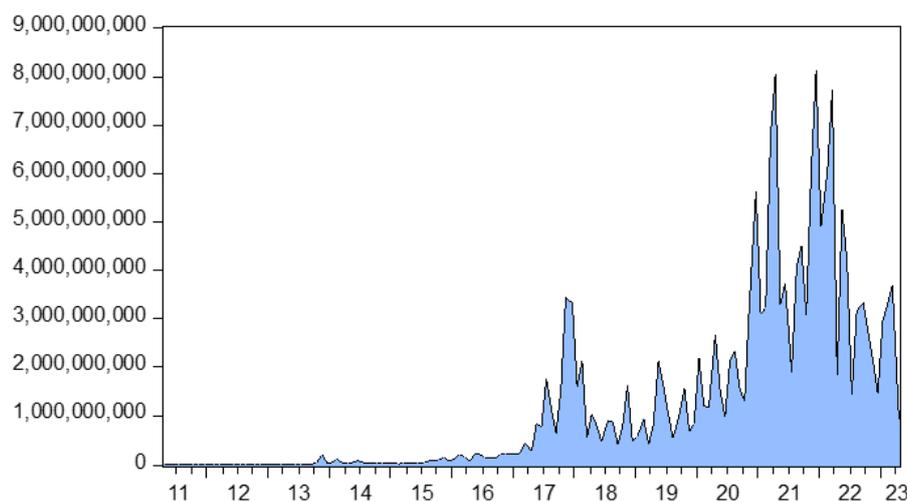


Fonte: Elaboração própria no software Eviews com base nos dados retirados do site Investing.com.

Em dezembro de 2017, a Bitcoin atingiu o valor de 19 000 dólares por moeda, embora em apenas alguns meses estivesse a ser transacionada por cerca de 5500 dólares, esta oscilação do preço é possível verificar-se na Figura 2. Esta queda deveu-se a muitas pessoas terem investido na moeda devido ao "FOMO" (*fear of missing out*) e aos constantes problemas em empresas de câmbios, seja devido a irregularidades fiscais ou ataques informáticos. Essas debilidades levaram a uma corrida para vender a moeda, resultando em quedas, que, por exemplo, atingiram 45% em apenas uma semana (Chohan, 2017).

Como também é referido por Chohan (2017), após a queda de 2018, surgiu uma nova conjuntura que afetou positivamente o preço da Bitcoin - a pandemia de Covid-19. No início de 2019, a capitalização de mercado era de 200 mil milhões de dólares e, por volta do final de 2021, estava próxima de 1 trilião de dólares. O confinamento ao qual as pessoas tiveram de se submeter deu-lhes tempo extra para pesquisar novos interesses, incluindo as criptomoedas. Além disso, os contínuos estímulos económicos por parte dos governos tiveram grande responsabilidade no crescimento do preço da Bitcoin neste período.

Figura 3-Volume de transações da Bitcoin em dólares, 2011-2023



Fonte: Elaboração própria no software Eviews com base nos dados retirados do site data.nasdaq.com

A análise comparativa entre a Figura 2 e a Figura 3 permite observar que o volume de transações da Bitcoin apresenta uma correlação positiva muito forte com o seu preço.

CAPÍTULO II- DETERMINANTES DO PREÇO DA BITCOIN

2 Determinantes do preço da Bitcoin

No capítulo anterior fez-se uma introdução à Bitcoin, no qual foi referido que o valor da mesma depende da sua oferta e procura, existindo determinantes que a pode influenciar. Neste capítulo iremos abordar alguns estudos empíricos sobre a relação do preço do Bitcoin com esses determinantes, destacando os mecanismos teóricos presentes nessa literatura que podem explicar os resultados obtidos, com ênfase especial à evidência empírica sobre a relação existente entre os índices do mercado acionista e o preço da Bitcoin, dado ser esse o objetivo do estudo.

2.1 Revisão da literatura empírica – Relação do preço da Bitcoin e mercado acionista

A evidência empírica sobre a relação existente entre o preço da Bitcoin e os índices do mercado acionista é ambígua, como se pode concluir da observação da Tabela 2 que sistematiza essa informação.

Tabela 2-Relação entre preço da Bitcoin e mercado acionista: resumo da revisão da literatura empírica

Autores	Período	Metodologia	Resultados	Principais justificações para os resultados obtidos
Van Wijk (2013)	julho de 2010 a de junho de 2013	ECM	Dow Jones (+) Relação insignificante com: FTSE 100 (0) Nikkei 225 (0)	Devido ao índice Dow Jones ser um dos indicadores mais importantes da economia dos EUA, uma queda neste mercado pode influenciar a economia geral e, conseqüentemente, a procura por Bitcoin.
Kapar e Olmo (2020)	dois períodos diferentes: julho de 2010 a maio de 2019 / julho de 2010 a dezembro de 2017	VECM	S&P 500 (+)	O preço da Bitcoin é cíclico e depende do sentimento dos investidores com a economia; daí resulta uma relação positiva com o índice acionista.
Wang et al. (2021)	março de 2017 e abril de 2020	Time-varying SJC-Copula	S&P 500 (+) Dow Jones (+) NASDAQ (+)	À medida que as criptomoedas vão ganhando popularidade, aumentando o seu peso nos portfólios dos investidores, poderá criar um efeito de

				contágio entre os dois mercados que resultará numa relação positiva entre os dois ativos.
Bouoiyour e Selmi (2015)	dezembro de 2010 a junho de 2014	ARDL Bounds Testing	Mercado de Shangai (+)	Os meios de comunicação chineses deram uma grande atenção à Bitcoin, o que levou a uma elevada adoção por parte da população chinesa, resultando num possível efeito de contágio entre os dois mercados.
Wang et al. (2020)	fevereiro de 2013 até fevereiro de 2018	VAR	S&P 500 (+) NASDAQ (+) Dow Jones (-)	—
Haffar e Le Fur (2021)	janeiro de 2011 a dezembro de 2019	SVECM	Curto prazo: Mercado asiático (+) Mercado norte americano (-) Longo prazo: Mercado asiático (-) Mercado do pacífico (-) Mercado europeu (+)	Dependendo da área geográfica, os resultados variam quanto à relação entre o mercado acionista e o preço da Bitcoin.
Wang et al. (2016)	janeiro de 2011 até abril de 2016	VECM	Dow Jones (-)	A relação negativa entre os dois mercados resulta de que do facto dos investidores lucrarem com o mercado acionista, numa tendência de se manterem com estes ativos, em vez de procurar ativos alternativos como a Bitcoin.
Zhu et al. (2017)	setembro de 2011 até março de 2016	VECM	Dow Jones (-)	Apesar de referirem que o índice Dow Jones pode representar a economia norte americana, com impactos positivos no preço da Bitcoin, os autores referem que quando a economia dos EUA está em crescimento, os investidores tendem a manter-se pelos ativos tradicionais em vez de procurarem um outro, como a Bitcoin, com características de risco elevado.
Ismail e Ali Basah (2021)	janeiro de 2016 e dezembro de 2020	VECM	Longo Prazo: Nikkei 225 (-)	—

Abdollah Ah Mand e Mohd (2020)	julho de 2010 a abril de 2019	VECM	Longo prazo: Nikkei 225 (-) KOSPI (-) FTSE Straits Times (-) PSEi (+) Hang Seng (-)	Devido à forte relação no longo prazo com os mercados asiáticos, a Bitcoin é mais apropriada como investimento a longo prazo do que a curto prazo.
Bhullar e Bhatnagar (2020)	janeiro de 2015 a novembro de 2019	VECM	Não foi encontrada relação estatisticamente significativa com nenhum dos índices (0)	Não foi encontrada relação entre os dois mercados concluindo-se que, sendo independentes, a Bitcoin pode ser interessante para a diversificação de portfólio.

Nota: Os sinais (+), (-) e (0) representam uma relação positiva, negativa e não estatisticamente significativa, respectivamente.

Existem autores como Van Wijk (2013), Bouoiyour e Selmi (2015), Wang et al. (2020), Kapar e Olmo (2020), Wang et al. (2021) e Haffar e Le Fur (2021) que encontraram evidência para a existência de uma relação positiva entre os preços destes dois tipos de ativos. No entanto, também existem estudos, como os de Wang et al. (2016), Zhu et al. (2017), Abdollah Ah Mand e Mohd (2020) e Ismail e Ali Basah (2021), que sugerem a existência de uma relação negativa entre os índices do mercado acionista e o preço da Bitcoin. Outros ainda, como o de Bhullar e Bhatnagar (2020), não encontram evidência de uma relação significativa (cf. Tabela 2).

Os autores que encontraram evidência para uma relação positiva entre os índices do mercado acionista e o preço da Bitcoin apresentam as seguintes justificações: (i) comportamento pró-cíclico dos ativos financeiros refletindo expectativas sobre a conjuntura, com preço da Bitcoin e os preços das ações a variarem no mesmo sentido, consequentemente; e (ii) efeito contágio.

Entre estes autores, conta-se Van Wijk (2013), que se propôs avaliar a relação entre o mercado acionista e o preço da Bitcoin, usando a metodologia *Ordinary Least Squares* (OLS) e o Modelo *Error Correction Model* (ECM) no período de julho de 2010 a de junho de 2013. As variáveis que utilizou foram: o preço da Bitcoin, o índice Dow Jones dos EUA, o índice FTSE 100 da bolsa de Londres e o índice japonês Nikkei 225. De acordo com as suas estimações, o índice Dow Jones apresenta uma relação positiva, tanto no curto como no longo prazo, com o preço da Bitcoin, não obtendo nenhum resultado estatisticamente significativo para os restantes índices.

Por sua vez, Kapar e Olmo (2020) estudaram a relação do preço da Bitcoin com o índice S&P 500 através de um *Vector error correction model* (VECM), tendo usado dois períodos diferentes (julho de 2010 a maio de 2019 e julho de 2010 a dezembro de 2017). Enquanto no primeiro período o índice de mercado não apresentou qualquer efeito, no segundo período verificou-se uma relação positiva.

Wang et al. (2021) analisaram a relação do mercado acionista e do mercado das criptomoedas utilizando a metodologia *Time-varying SJC-Copula* e teste de causalidade de Granger não linear. A amostra contempla o período de março de 2017 a abril de 2020, usando-se as variáveis do preço da Bitcoin e dos índices Dow Jones, S&P 500 e NASDAQ, concluindo que a relação entre o mercado das criptomoedas e o mercado acionista apresentava-se positiva. Importa ressaltar que, entre os pares estudados, a relação entre a Bitcoin e o índice NASDAQ revelou-se altamente significativa, o que pode ser atribuído ao fato de o índice conter um grande número de ações do setor de tecnologia.

Finalmente, Bouoiyour e Selmi (2015) utilizaram o método *ARDL Bounds Testing* para identificar os principais determinantes do preço da Bitcoin, no período temporal definido entre dezembro de 2010 a junho de 2014. Estes autores encontraram evidência de que a Bitcoin, para além de ter um elevado propósito especulativo e não se verificar como um bom ativo de cobertura, apresentava uma relação positiva a curto prazo com o índice de mercado de Shangai.

Em contraponto, os autores que encontraram evidência de uma relação negativa entre os índices do mercado acionista e preço da Bitcoin argumentam que, em cenário de expansão económica, os agentes económicos tendem a preferir ativos financeiros mais seguros enquanto que, em recessão, arriscam mais e procuram mais criptomoedas (e.g., Wang et al., 2016).

Neste particular, por exemplo, Wang et al. (2016), usando um VECM, estimaram a relação entre o preço da Bitcoin e o índice Dow Jones, no período de janeiro de 2011 até abril de 2016. Os resultados obtidos permitiram-lhes concluir que existe uma relação negativa entre o preço da Bitcoin e o índice de mercado acionista.

Usando o mesmo tipo de metodologia e período semelhante, também Zhu et al. (2017) concluíram pela existência de uma resposta negativa do preço da Bitcoin a um choque positivo no índice Dow Jones.

Ainda com uma metodologia VECM, desta feita para o período mais recente de janeiro de 2016 a dezembro de 2020, Ismail e Ali Basah (2021) analisaram a relação do preço da Bitcoin com os índices de mercado Dow Jones e Nikkei 225. Os resultados obtidos sugerem a existência de uma relação negativa no longo prazo entre este último índice e o preço da Bitcoin. Mas considerando o curto prazo, através da realização do teste Wald, que apenas examina se a variável independente tem um efeito significativo na variável dependente, tanto o índice Dow Jones como o Nikkei 225 apresentaram uma relação significativa no preço da Bitcoin.

Em posicionamento misto também outros autores encontraram evidências positivas, para uns casos e negativas, para outros - ou não significativas.

Wang et al. (2020) investigaram a relação do preço da Bitcoin e do mercado acionista utilizando o modelo *Vector Autoregressive* (VAR) no período de fevereiro de 2013 até fevereiro de 2018. Os índices usados foram o S&P 500, NASDAQ e Dow Jones. A sua conclusão, ao analisar a função impulso resposta, aponta no sentido que o impacto do índice S&P 500 no preço da Bitcoin é, no período inicial, negativo, transformando-se em efeito positivo, posteriormente, no quarto período. Relativamente ao índice Dow Jones e ao NASDAQ, o primeiro apresenta um comportamento exatamente oposto ao S&P 500, com uma resposta positiva inicial e um efeito negativo a partir do quarto período. Quanto ao índice NASDAQ, não apresentou qualquer efeito no início, mas, no quarto período, passou a indicar um efeito positivo.

Haffar e Le Fur (2021) investigaram a relação do preço da Bitcoin com índices constituídos por 23 países desenvolvidos e 23 países emergentes no período de janeiro de 2011 a dezembro de 2019, incluindo representantes de todos os continentes para entender se a área geográfica influencia o preço da Bitcoin. A metodologia usada foi o VECM estrutural, obtendo resultados que indicam um impacto maior a curto prazo do que a longo prazo. No curto prazo, o preço da Bitcoin apresentou uma relação positiva com o mercado asiático (constituído tanto por países desenvolvidos como países em desenvolvimento) e uma relação negativa com o mercado norte-americano (Canadá e EUA). No longo prazo, o mercado asiático e o mercado do Pacífico (constituído por alguns países desenvolvidos e países em desenvolvimento da zona do Pacífico) apresentaram uma relação negativa, enquanto o mercado europeu apresentou uma influência positiva sobre o preço da Bitcoin.

Abdollah Ah Mand e Mohd (2020) investigaram a relação entre o preço da Bitcoin e cinco dos índices acionistas do mercado asiático (Nikkei 225 do Japão, KOSPI da Coreia do Sul, FTSE Straits Times da Singapura, PSEi das Filipinas e Hang Seng de Hong Kong) de julho de 2010 a abril de 2019. Com base no VECM, todos os mercados apresentaram uma relação a longo prazo, sendo o mercado das Filipinas o único a ter um efeito positivo. No curto prazo, apenas o mercado coreano apresentou uma relação de causalidade com o preço da Bitcoin.

Bhullar e Bhatnagar (2020) examinaram a relação do preço da Bitcoin com os índices de mercado de duas das maiores economias globais, o Sensex da bolsa de Bombai na Índia e o SSIC da China. No intervalo temporal de janeiro de 2015 a novembro de 2019, os autores através do VECM observaram que o índice da China e o preço da Bitcoin não têm qualquer interação, mas pelo resultado do teste de causalidade de Granger observou-se que o índice Sensex apresentou ser significativamente influente no preço da Bitcoin.

2.2 Revisão da literatura empírica – Outros determinantes do preço da Bitcoin

Para além dos preços das ações, muitos outros determinantes macroeconómicos podem afetar o preço da Bitcoin. A necessidade de usar variáveis de controlo, mesmo quando só se pretende analisar a relação entre os índices do mercado acionista e preço da Bitcoin, requer que sejam identificados os fatores mais relevantes. Esta secção faz uma revisão da literatura empírica sobre os demais determinantes do preço da Bitcoin.

Dyhrberg (2016) investigou a relação do preço da Bitcoin com o preço do ouro, taxas de câmbio (dólar americano-euro e dólar americano-libra esterlina) e a taxa de juro dos fundos federais da FED (*Federal Reserve*), no período de julho de 2010 a maio de 2015, usando o modelo GARCH. O autor observou uma relação positiva entre a taxa de juro e o preço da Bitcoin, concluindo também que a Bitcoin compartilha muitos pontos em comum com o ouro em termos de comportamento, decorrentes, por exemplo, das suas semelhanças enquanto ativo de cobertura. No entanto, devido à rapidez com que a Bitcoin é transacionada, a classe em que deveria ser inserida seria entre moedas e as *commodities*. O preço da Bitcoin mostrou ser mais sensível a choques na taxa de câmbio entre o dólar e a libra esterlina do que na relação dólar-euro, demonstrando que diferentes regiões têm

influência diferente sobre a Bitcoin, tal como já tinha sido concluído na relação entre índices acionistas e preço da Bitcoin.

Lee e Rhee (2022) analisaram a relação do preço da Bitcoin com seis variáveis macroeconómicas (índice de volatilidade do S&P 500, taxa de juro das obrigações do Tesouro dos EUA a 10 anos, CPI dos EUA, preço do ouro e índice de taxa de cambio efetiva do dólar) no período de agosto de 2010 a fevereiro de 2022, usando o VECM. Com base nas funções impulso-resposta, foi possível concluir que o preço da Bitcoin apresentou resposta negativa a choques no índice de volatilidade do S&P 500, no preço do ouro e no índice cambial do dólar, e resposta positiva a choques no CPI e na taxa de juro das obrigações do Tesouro dos EUA a 10 anos.

Van Wijk (2013), referido anteriormente, também estudou a relação entre a Bitcoin e as taxas de câmbio - dólar americano e o euro (USD/EUR) e dólar americano e o yen japonês (USD/YEN) -, e a relação entre a Bitcoin e o preço do petróleo. Concluiu que a taxa de câmbio USD/EUR e o preço do petróleo apresentam uma relação negativa a longo prazo com o preço da Bitcoin.

Por sua vez, conforme supra referido, Wang et al. (2016) concluíram que existe uma relação negativa com o índice do mercado, chegando à mesma conclusão para o preço do petróleo, afirmando que este tem uma relação próxima com o comportamento dos investidores podendo concorrer, de forma indireta, para afetar o preço da Bitcoin.

Zhu et al. (2017) decidiram analisar os fatores que podem influenciar o preço da Bitcoin, tendo escolhido as seguintes variáveis: CPI dos EUA, índice cambial do dólar, a taxa dos fundos federais e o preço do ouro. Em termos conclusivos a relação do preço da Bitcoin com a taxa dos fundos federais apresentou-se negativa tal como a do CPI e a do índice cambial do dólar e, por outro lado, o comportamento da Bitcoin no mercado é similar à do ouro apresentando uma relação positiva no longo prazo. Quanto à relação a curto prazo entre estas duas variáveis conclui-se, em resultado desta observação, pela não significância, afirmando-se ainda que a Bitcoin poderá ser um bom ativo de cobertura para o ouro a curto prazo.

Além de terem estudado a relação do preço da Bitcoin com o mercado acionista, Kapar e Olmo (2020) analisaram em dois períodos distintos a relação do preço da Bitcoin com outras variáveis macroeconómicas, sendo estas o preço do ouro, as pesquisas realizadas no Google associadas à Bitcoin e um índice de stress financeiro americano. Os autores

concluíram que, tanto o preço do ouro como o índice de stress financeiro, apresentaram um efeito negativo no preço da Bitcoin, mas as pesquisas no Google apresentaram uma relação positiva.

Ismail e Ali Basah (2021), além de terem estudado a relação da Bitcoin com índices de mercado acionista, também analisaram a relação com o preço do petróleo e as taxas de câmbio do dólar australiano, do euro e da libra-esterlina. Observaram que, no longo prazo, o preço da Bitcoin apresenta uma relação negativa com o preço do petróleo e, através da análise do teste Wald, no curto prazo, apenas concluíram uma relação significativa com a taxa de câmbio do euro.

Usando o período de julho de 2011 a dezembro de 2017, Klein et al., (2018), estudaram a relação entre a Bitcoin e o ouro, bem como as propriedades que a Bitcoin pode oferecer a um portfólio como ativo de cobertura, usando o modelo GARCH e também um sistema de comparação de portfólios. Nas suas conclusões registaram que a Bitcoin não é um substituto do ouro, antes pelo contrário, porquanto em momentos de incerteza o ouro é um investimento seguro e dos mais procurados e, quanto à Bitcoin, esta acompanha a incerteza e não é viável como ativo de cobertura.

Deniz e Teker (2019) através de um modelo *Vector Autoregressive* (VAR) investigaram a relação entre os preços da Bitcoin, do ouro e do petróleo de abril de 2013 a julho de 2019. Analisando as respostas-impulso, chegaram à conclusão que não existe relação significativa entre as variáveis. Acrescentam que essa ausência de relação pode ser vista como algo benéfico na vertente da diversificação de uma carteira.

O objetivo do estudo de Baumöhl (2019) intentou estabelecer a relação entre o mercado das criptomoedas e o mercado cambial (Forex), usando dados no período de setembro de 2015 a dezembro de 2017. Nas variáveis usadas, além do preço da Bitcoin, foram incluídas seis moedas de várias zonas do mundo: o euro, o yen japonês, a libra esterlina, o franco suíço, o dólar canadiano e yuan chinês, todas cotadas em paridade com o dólar americano. Utilizando a metodologia *Detrended Moving-average Cross-correlation Analysis* (DMCA), o autor verificou que a relação entre os dois mercados é praticamente nula, concluindo que a Bitcoin é uma boa opção para a diversificação de um portfólio.

Kalyvas et al. (2019) com o objetivo de examinar a associação do preço da Bitcoin com a incerteza económica e fatores comportamentais utilizaram os métodos *negative conditional skewness* (NCSKEW) e *downward volatility* (DUVOL) no período de

setembro de 2011 a dezembro de 2018. As variáveis usadas neste estudo além do preço da Bitcoin foram: o índice de volatilidade implícita (VIX) que mede o nível de incerteza do mercado acionistas nos EUA e o EPU (*Economic Policy and Uncertainty*) que mede o nível de incerteza político e económico dos EUA. Os autores concluíram que havia uma relação negativa entre os índices de incerteza e o preço da Bitcoin, afirmando mesmo que a criptomoeda pode ser considerada um ativo de cobertura em período de alta incerteza económica.

Fasanya et al. (2021) através *Time varying parameter VAR* (TVP-VAR) analisaram a relação da Bitcoin com diversos metais preciosos (ouro, prata, platina e paládio) e o EPU. O período da amostra é de julho de 2010 a junho de 2020. Estes autores observaram que a Bitcoin e os metais preciosos apresentavam uma relação positiva, e que, à medida que o tempo decorre, o efeito de contágio (bidirecional) entre estes se torna cada mais perceptível. Na investigação também é consolidado que, tanto a Bitcoin como os metais preciosos, apresentam uma relação negativa com o índice de incerteza, podendo ambos serem considerados um ativo de cobertura em alturas de maior incerteza económica.

Após a análise da revisão de literatura empírica, podemos concluir que as variáveis de controlo como a inflação, taxas de câmbio, preço do ouro, índice de incerteza político e económico e taxa de juro são incontornáveis para a análise do objetivo proposto neste estudo.

CAPÍTULO III – DADOS E METODOLOGIA

3 Dados e Metodologia

3.1 Dados

De forma a analisar o objetivo deste estudo, o período escolhido para a amostra compreendeu janeiro de 2014 a abril de 2023, com frequência mensal para as variáveis selecionadas (sendo homogeneizado, para todas as variáveis, o valor médio de cada mês) e resultando num total de 112 observações. Apesar de, inicialmente, se ter escolhido como ponto de partida o mês de abril de 2011, o reduzido volume transacionado da Bitcoin entre 2011 e 2013 levou ao reajustamento para um período a partir do qual a relevância da mesma foi significativa.

Exceto a taxa de juro, todas as variáveis foram logaritmizadas e ajustadas quanto à sua sazonalidade, de forma a corrigir a heterocedasticidade. A Tabela 3 descreve as variáveis utilizadas e as fontes respetivas.

Tabela 3-Descrição e fontes das variáveis selecionadas

Variável	Descrição	Fonte
Bitcoin	Preço da bitcoin	https://www.investing.com
Ouro	Preço do ouro	https://www.investing.com
Standard & Poor's 500	Preço do índice acionista S&P 500	https://www.investing.com
Dow Jones	Preço do índice acionista Dow Jones	https://www.investing.com
NASDAQ	Preço do índice acionista NASDAQ	https://www.investing.com
Stoxx 600	Preço do índice acionista Stoxx 600	https://www.investing.com
Shangai	Preço do índice acionista Shangai Composite	https://www.investing.com
S&P 500 InfoTech	Preço do Índice setorial S&P 500 Informação e tecnologia	https://www.investing.com
S&P 500 Health	Preço do Índice setorial S&P 500 Saúde	https://www.investing.com
S&P 500 Consumer Discretionary	Preço do Índice setorial S&P 500 de bens discricionários	https://www.investing.com

S&P 500 Consumer Staples	Preço do Índice setorial S&P 500 de bens de consumo	https://www.investing.com
S&P 500 Industrials	Preço do Índice setorial S&P 500 Indústria	https://www.investing.com
S&P 500 Materials	Preço do Índice setorial S&P 500 Materiais	https://www.investing.com
S&P 500 Real Estate	Preço do Índice setorial S&P 500 Imobiliário	https://www.investing.com
S&P 500 Communication Services	Preço do Índice setorial S&P 500 Serviços de comunicação	https://www.investing.com
S&P 500 Utilities	Preço do Índice setorial S&P 500 serviços de utilidade pública	https://www.investing.com
S&P 500 Financials	Preço do Índice setorial S&P 500 Financeiro	https://www.investing.com
S&P 500 Energy	Preço do Índice setorial S&P 500 Energia	https://www.investing.com
CPI EUA	Indicador da inflação dos EUA	https://fred.stlouisfed.org
CPI Euro	Indicador da inflação da zona Euro	https://fred.stlouisfed.org
CPI China	Indicador da inflação da China	https://fred.stlouisfed.org
TNE EUA	Taxa nominal efetiva dos EUA	https://www.bis.org/statistics/eer.htm
TNE Euro	Taxa nominal efetiva da zona Euro	https://www.bis.org/statistics/eer.htm
TNE China	Taxa nominal efetiva da China	https://www.bis.org/statistics/eer.htm
GEPU	Índice de incerteza político e económico global	https://www.policyuncertainty.com
FFR	Taxa dos fundos federais	https://fred.stlouisfed.org
Taxa Euro	Taxa de juro do Banco Central Europeu	https://fred.stlouisfed.org
Taxa China	Taxa de juro da China	https://fred.stlouisfed.org

3.2 Metodologia

A metodologia utilizada insere-se nos Vetores Autorregressivos (VAR), genericamente, de forma a tratar todas as variáveis como endógenas por consideração da sua forte interdependência. Adicionalmente, a metodologia é adequada para a análise, no sentido dos choques exógenos, nas diferentes variáveis, afetarem o preço da Bitcoin para diferentes horizontes, através da produção de funções resposta a impulsos (IRF), método que permitirá investigar a relação a curto prazo.

A literatura de investigação tem encontrado, recorrentemente, pelo menos uma relação de cointegração (isto é, evidência empírica para relação de equilíbrio de longo prazo) entre as variáveis usadas (e.g., Abdollah Ah Mand & Mohd, 2020; Ismail & Ali Basah, 2021; Kapar & Olmo, 2020), testando-se a possibilidade de cointegração e a extensão a modelos de Vetores Autorregressivos com Correção de Erro (VECM).

Sendo esta metodologia aplicada a séries temporais, pressupõe-se a utilização de variáveis estacionárias, pelo que é necessário avaliar a sua ordem de integração, a deteção de eventuais relações de longo prazo e a sua transformação, em observância desta propriedade (e.g., Gujarati & Porter, 2009).

Nesta secção são apresentados, de forma sumária, estes e outros elementos subjacentes à metodologia aplicada.

3.2.1 Teste de raiz unitária Augmented Dickey-Fuller (ADF)

Como já referido, é crucial testar a estacionariedade das séries temporais, no intuito de verificar se os choques das mesmas têm um efeito permanente ou transitório, considerando-se a série estacionária se cada valor for independente e não tiver ligação ao valor anterior da série (Deniz & Teker, 2019).

Existem diversos testes de raiz unitária, optando-se, contudo, neste estudo pelo teste ADF, titulado neste ponto, desenvolvido, em 1979, por Dickey e Fuller, estimando-se através da seguinte equação (Islam et al., 2018):

$$\Delta w_t = \alpha_0 + \alpha_1 t + \delta w_{t-1} + \sum_{i=1}^m \beta_i \Delta w_{t-i} + \varepsilon_t \quad (1)$$

Ao observar que a série temporal w não apresenta uma raiz unitária, i.e., δ estatisticamente significativo, pode-se afirmar que a série é estacionária rejeitando-se a hipótese nula ($H_0: \delta=0$).

3.2.2 Teste de cointegração de Johansen

De acordo com Stock e Watson (2015) e como citado por Göttfert (2019, p.7), a cointegração acontece quando “duas ou mais variáveis da série temporal partilham a mesma tendência estocástica”. Um teste de cointegração é usado de forma a averiguar se existe uma relação de longo prazo entre diversas variáveis, ou seja, que permita apurar a estabilidade a longo prazo entre as variáveis selecionadas porque, apesar de duas séries temporais poderem estar correlacionadas, tal não significa que existe uma conexão importante entre elas (Engle & Granger, 1987).

Apesar de existirem diversos testes de cointegração (ver, e.g., Gujarati & Porter, 2009), a escolha para o objeto deste estudo recaiu no de Johansen (1991), o qual, de acordo com Ismail e Ali Basah (2021), se caracteriza por utilizar dois testes distintos: o teste do máximo valor próprio e o teste do traço, permitindo constatar se existe cointegração se o valor do traço e o máximo valor próprio forem superiores ao seu valor crítico.

Quanto ao teste do máximo valor próprio possibilita a verificação da presença de, pelo menos, um vetor de cointegração na série temporal, sendo definido da seguinte forma (Medeiros et al., 2011):

$$\lambda_{max}(r, r + 1) = -T \ln(1 - \hat{\lambda}_i) \quad (2)$$

Sendo a hipótese nula do sistema de que não há mais que r relações de cointegração distintas, testando esta hipótese contra a hipótese alternativa de que o número de vetores de cointegração é $r + 1$, aplicando-se de forma sucessiva.

Por sua vez o teste do traço caracteriza-se por calcular o número de vetores de cointegração de uma série temporal, sendo a hipótese nula quando o número de vetores de cointegração é igual a zero, assim inexistindo cointegração.

A determinação do teste do traço pode ser equacionada do seguinte modo (e.g., Medeiros et al., 2011):

$$Tr(r) = -T \sum_{i=r+1}^k \ln(1 - \hat{\lambda}_i) \quad (3)$$

Se a hipótese nula não for rejeitada, assume-se que não existe cointegração na série temporal. No caso de ser rejeitada, o teste continua, aumentando o valor de r até a hipótese nula não seja possível rejeitar. Em ambas as equações $\hat{\lambda}_i$ representa a estimação de valores próprios, T o número de observações e k o número de variáveis endógenas.

3.2.3 Modelo Vetor de Correção do Erro (VECM)

De acordo com Winarno et al. (2021), o modelo VAR seria o indicado para a análise da relação de uma certa série temporal. Mas, no caso da existência de pelo menos um vetor de cointegração na série temporal, foi desenvolvido o VECM de forma a apurar a relação das variáveis no curto e longo prazo, revelando-se este modelo mais adequado pois, senão, “poderia levar à perda de informação transmitida pela movimentação de longo prazo das variáveis”⁴. O modelo em questão pode ser representado pela seguinte equação:

$$\Delta y_t = \alpha \beta' y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \Gamma_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (4)$$

Em que a representação é amplificada por eventuais equações de cointegração detetadas entre as variáveis. y é um vetor de k variáveis endógenas e α e β são matrizes de dimensão $(k \times r)$, em que r se refere ao número de relações de cointegração detetadas. Em particular, α representa a matriz de coeficientes de ajustamento às equações de longo prazo, indicando a velocidade à qual as variáveis ajustam, em cada período, aos desequilíbrios observados face à relação de longo prazo.

3.2.4 Teste de causalidade de Granger

O teste de causalidade de Granger, proposto em 1969 por Clive Granger, tem o intuito de testar a dependência temporal entre duas variáveis, ou seja, permite determinar se a informação passada de uma série temporal possa prever alterações noutra série temporal (Hao et.al, 2022), porquanto duas séries podem estar interligadas sem apresentarem relação “causal” entre elas.

⁴ Winarno et al. (2021), p.3 (tradução própria).

A hipótese nula deste teste (estatística F de significância global dos termos desfasados de uma dada variável x na equação de y) aponta para a inexistência de causalidade temporal entre as séries. Assim há rejeição da hipótese nula quando a probabilidade for inferior a 5%, concluindo-se que existe causalidade de Granger unidirecional de x para y . Caso não exista causalidade de Granger em ambas as direções ou, se for detetada em ambas as direções, as variáveis exibem, respetivamente, independência ou causalidade de Granger bilateral.

CAPÍTULO IV – ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4 Análise e discussão dos resultados

Neste capítulo é feita uma análise aos dados para a implementação da metodologia definida no capítulo anterior. Tendo a análise e tratamento dos dados às variáveis como base a área geográfica dos Estados Unidos da América (EUA), estendeu-se os resultados, posteriormente, à Europa, China e a uma estimação considerando as três áreas.

Após a análise de algumas estatísticas descritivas, procedeu-se a testes de estacionariedade, com a realização de um teste de raiz unitária, e de cointegração entre as variáveis para aferir da necessidade de aplicação de um modelo vetor de correção do erro, sendo também realizada uma análise à qualidade do modelo recorrendo, primeiramente, a um teste à estabilidade do modelo e, posteriormente, a uma análise dos resíduos.

Finalmente, e com vista à identificação dos choques pela ordenação das variáveis através da decomposição de Cholesky, aplicaram-se testes de causalidade de Granger entre todas as variáveis, de forma a permitir a obtenção de respostas impulso do preço da Bitcoin a choques nas demais variáveis.

4.1 Análise das variáveis

4.1.1 Estatísticas descritivas

As estatísticas apresentadas na Tabela 4 mostram, através do registo dos valores máximo e mínimo, mas também do respetivo desvio-padrão, que o preço da Bitcoin apresenta a volatilidade mais alta, seguida da taxa de juro (FFR).

Tabela 4-Estatísticas descritivas das variáveis EUA

	FFR	GEPU	Bitcoin	Ouro	TNE EUA	CPI EUA	S&P 500	NASDAQ	Dow Jones
Média	0,994	5,284	8,296	7,271	4,558	5,542	7,936	8,933	10,082
Mediana	0,395	5,369	8,830	7,183	4,568	5,529	7,913	8,919	10,120
Máximo	4,830	6,162	11,026	7,600	4,694	5,714	8,462	9,665	10,494
Mínimo	0,050	4,502	5,360	6,987	4,386	5,458	7,492	8,321	9,671
Desvio-Padrão	1,162	0,387	1,783	0,186	0,066	0,073	0,284	0,405	0,258
Assimetria	1,441	-0,216	-0,219	0,404	-1,044	0,935	0,265	0,211	-0,0267
Curtose	4,663	2,063	1,660	1,632	4,103	2,847	1,787	1,743	1,646
Observações	112	112	112	112	112	112	112	112	112

Nota: À exceção de FFR, as restantes variáveis referem-se ao logaritmo das variáveis originais com a sazonalidade ajustada; período da amostra 2014:01 – 2023:04.

Fonte: Elaboração própria através do software Eviews

Analisando os valores da assimetria, concluímos que o preço da Bitcoin, o GEPU, a TNE EUA e o índice Dow Jones apresentam valores negativos, i.e., apresentam uma cauda da distribuição à esquerda mais longa, ocorrendo o oposto para o restante das variáveis.

4.1.2 Análise da estacionariedade das variáveis

Os resultados do teste ADF apresentados na Tabela 5 mostram que todas as variáveis não são estacionárias em nível, sendo-o em 1ª diferença, ou seja, são integradas de ordem 1⁵.

Tabela 5-Testes de raiz unitária ADF

Variáveis	Com constante		Com constante e tendência	
	Nível	1ª diferença	Nível	1ª diferença
	estatística <i>t</i> (prob)	estatística <i>t</i> (prob)	estatística <i>t</i> (prob)	estatística <i>t</i> (prob)
FFR (*)	-1,320 (0,618)	-4,759 (0,000)	-1,783 (0,706)	4,954 (0,000)
GEPU	-2,389 (0,147)	-11,422 (0,000)	-3,800 (0,020)	-11,380 (0,000)
Bitcoin	-0,880 (0,791)	-8,572 (0,000)	-1,949 (0,622)	-8,516 (0,000)
Ouro	-0,561 (0,874)	-11,372 (0,000)	-2,485 (0,335)	-11,418 (0,000)
TNE EUA	-2,594 (0,097)	-6,739 (0,000)	-2,961 (0,148)	-6,824 (0,000)
CPI EUA	2,646 (1,000)	-5,603 (0,000)	-0,217 (0,992)	-6,525 (0,000)
S&P 500	-0,993 (0,754)	-12,716 (0,000)	-2,924 (0,159)	-12,659 (0,000)
NASDAQ	-1,012 (0,747)	-12,196 (0,000)	-1,988 (0,601)	-12,155 (0,000)
Dow Jones	-1,117 (0,707)	-12,263 (0,000)	-3,235 (0,083)	-12,212 (0,000)

Nota: Teste Augmented Dickey-Fuller (ADF) com constante e com constante e tendência e utilizando o critério de informação de Schwarz na seleção dos defasamentos. (*) Normalmente, perante a existência de uma quebra estrutural, os testes ADF não são robustos; assim, adicionalmente, e dado que a série da taxa dos fundos federais apresenta uma quebra estrutural nos 2 períodos em que as taxas de juro atingiram os limites inferiores de zero (armadilha da liquidez), aplicou-se o teste de Phillips-Perron e o teste de raiz unitária com quebra estrutural de forma a confirmar a sua estacionariedade.

Fonte: Elaboração própria através do software Eviews

4.2 Especificação e estimação do modelo

Tal como referido no início do capítulo, a área geográfica que servirá de base para o estudo será a dos EUA, tendo-se optado pelo índice S&P 500 para ilustrar a especificação e estimação do modelo.

⁵ A variável GEPU de acordo com a Tabela 5 é estacionária em nível com constante e tendência, mas demonstrando a aparência de apresentar quebras estruturais foi aplicado o teste de raiz unitária com quebra estrutural confirmando-se a não estacionariedade em nível.

4.2.1 Seleção do número ótimo de defasamentos

Tabela 6-Número ótimo de defasamentos

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
1	1391,516	NA	3,77e-20	-24,86140	-23,64451*	-24,36799
2	1476,243	147,4891*	1,96e-20*	-25,52303*	-23,08924	-24,53621*
3	1506,977	49,51560	2,82e-20	-25,18476	-21,53408	-23,70455
4	1546,719	58,87620	3,52e-20	-25,01331	-20,14574	-23,03968

Fonte: Elaboração própria através do software Eviews

Os testes ao número de defasamentos ótimo, realizados utilizando o modelo VAR e recorrendo aos critérios AIC (critério de informação *Akaike*) e HQ (critério de informação *Hannan-Quinn*), indicam “lag” 2. Assim o número ótimo de defasamentos a ser considerado será 1.

4.2.2 Teste de cointegração de Johansen

Tabela 7-Teste de cointegração: traço

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)				
Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None *	0,355727	129,1189	125,6154	0,0301
At most 1	0,220830	80,75926	95,75366	0,3398
At most 2	0,192583	53,31146	69,81889	0,4915
At most 3	0,114735	29,78077	47,85613	0,7301
At most 4	0,100460	16,37528	29,79707	0,6856
At most 5	0,037284	4,729363	15,49471	0,8369
At most 6	0,004984	0,549655	3,841466	0,4585

Fonte: Elaboração própria através do software Eviews

Tabela 8-Teste de cointegração: máximo valor próprio

Unrestricted Cointegration Rank Test (Maximum Eigenvalue)				
Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Max-Eigen Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None *	0,355727	48,35966	46,23142	0,0292
At most 1	0,220830	27,44780	40,07757	0,6013
At most 2	0,192583	23,53069	33,87687	0,4903
At most 3	0,114735	13,40549	27,58434	0,8614
At most 4	0,100460	11,64591	21,13162	0,5829
At most 5	0,037284	4,179707	14,26460	0,8399
At most 6	0,004984	0,549655	3,841466	0,4585

Fonte: Elaboração própria através do software Eviews

Nos testes de cointegração de *Johansen* (sob especificação de tendência linear determinística), reportados na Tabela 7 e na Tabela 8, quer a estatística do traço, quer o máximo valor próprio permitem identificar a existência de, pelo menos, uma relação de cointegração entre as variáveis, não se podendo rejeitar a hipótese nula de inexistência de cointegração.

4.2.3 Estimação do modelo vetor de correção do erro (VECM)

A Tabela 9 mostra a estimação da equação de cointegração e a Tabela 10 ilustra a estimação do VECM.

Tabela 9-Equação de cointegração

LNS&P500_SA(-1)	1,000000
LNOURO_SA(-1)	2,335664 (0,43715) [5,34293]
LNTNE_EUA_SA(-1)	0,626012 (0,73953) [0,84650]
LNCPI_EUA_SA(-1)	-10,07667 (1,28767) [-7,82552]
LNBTC_SA(-1)	-0,067521 (0,02650) [-2,54796]
TAXA_FFR(-1)	0,204458 (0,03453) [5,92162]
LNGEPU_SA(-1)	-0,266734 (0,14772) [-1,80564]
C	29,84093

Fonte: Elaboração própria através do software Eviews

Tabela 10-Correção do erro

Error Correction:	D(LNS&P 500_SA)	D(LNPOUR O_SA)	D(LNTNE_E UA_SA)	D(LNCPI_E UA_SA)	D(LNBTC_S A)	D(TAXA_FF R)	D(LNGEPU_ SA)
CointEq1	-0,021656 (0,02556) [-0,84725]	-0,062468 (0,02321) [-2,69090]	0,005123 (0,00648) [0,79118]	-0,003090 (0,00156) [-1,98389]	-0,066499 (0,11821) [-0,56256]	-0,379261 (0,07654) [-4,95513]	0,084147 (0,09095) [0,92522]
D(LNS&P500_SA(-1))	-0,236962 (0,09933) [-2,38553]	-0,011417 (0,09022) [-0,12655]	-0,078199 (0,02516) [-3,10754]	0,012666 (0,00605) [2,09254]	-0,481772 (0,45938) [-1,04874]	0,941347 (0,29745) [3,16477]	-1,075357 (0,35344) [-3,04252]
D(LNOURO_SA(-1))	0,098558 (0,11442) [0,86139]	-0,096872 (0,10392) [-0,93221]	-0,074735 (0,02899) [-2,57835]	0,008488 (0,00697) [1,21740]	-1,045478 (0,52914) [-1,97581]	0,524504 (0,34261) [1,53089]	-0,123695 (0,40711) [-0,30383]
D(LNTNE_EUA_SA(-1))	-0,440195 (0,42830) [-1,02778]	-0,681583 (0,38899) [-1,75219]	0,397038 (0,10850) [3,65930]	-0,035310 (0,02610) [-1,35293]	-4,720556 (1,98072) [-2,38326]	0,590608 (1,28250) [0,46051]	4,227209 (1,52395) [2,77386]
D(LNCPI_EUA_SA(-1))	-0,865875 (1,50270) [-0,57621]	-2,104388 (1,36479) [-1,54191]	0,638516 (0,38068) [1,67729]	0,446548 (0,09157) [4,87664]	-13,43312 (6,94948) [-1,93297]	-3,088041 (4,49974) [-0,68627]	7,024273 (5,34686) [1,31372]
D(LNBTC_SA(-1))	0,036067 (0,01943) [1,85643]	0,010655 (0,01764) [0,60385]	-0,002995 (0,00492) [-0,60856]	-0,000200 (0,00118) [-0,16878]	0,217351 (0,08985) [2,41911]	0,057313 (0,05818) [0,98517]	0,026552 (0,06913) [0,38410]
D(TAXA_FFR(-1))	-0,072202 (0,02746) [-2,62921]	-0,047615 (0,02494) [-1,90909]	-0,003278 (0,00696) [-0,47119]	-0,000551 (0,00167) [-0,32955]	-0,195392 (0,12700) [-1,53853]	0,458176 (0,08223) [5,57182]	-0,033188 (0,09771) [-0,33965]
D(LNGEPU_SA(-1))	0,011387 (0,02839) [0,40107]	-0,000255 (0,02579) [-0,00988]	-0,003611 (0,00719) [-0,50198]	-0,001692 (0,00173) [-0,97786]	-0,167977 (0,13130) [-1,27930]	-0,112788 (0,08502) [-1,32664]	-0,187274 (0,10102) [-1,85377]
C	0,013275 (0,00578) [2,29811]	0,012169 (0,00525) [2,31952]	0,000984 (0,00146) [0,67212]	0,001279 (0,00035) [3,63380]	0,088074 (0,02671) [3,29692]	0,019982 (0,01730) [1,15520]	-0,006047 (0,02055) [-0,29421]
R-squared	0,171922	0,090635	0,358436	0,376988	0,198218	0,581296	0,206660
Adj. R-squared	0,106331	0,018606	0,307619	0,327641	0,134711	0,548131	0,143821
Sum sq. resids	0,170291	0,140469	0,010929	0,000632	3,642091	1,526940	2,155977
S.E. equation	0,041062	0,037293	0,010402	0,002502	0,189896	0,122956	0,146104
F-statistic	2,621145	1,258313	7,053463	7,639472	3,121178	17,52754	3,288733
Log likelihood	199,8066	210,3956	350,8425	507,5790	31,35249	79,16356	60,18976
Akaike AIC	-3,469211	-3,661738	-6,215318	-9,065073	-0,406409	-1,275701	-0,930723
Schwarz SC	-3,248263	-3,440790	-5,994370	-8,844125	-0,185461	-1,054753	-0,709774
Mean dependent	0,007223	0,003746	0,002140	0,002302	0,036228	0,043273	0,008302
S.D. dependent	0,043436	0,037645	0,012501	0,003051	0,204143	0,182913	0,157899
Determinant resid covariance (dof adj.)		7,88E-21					
Determinant resid covariance		4,34E-21					
Log likelihood		1486,220					
Akaike information criterion		-25,74946					
Schwarz criterion		-24,03097					
Number of coefficients		70					

Fonte: Elaboração própria através do software Eviews

Conclui-se que os coeficientes de ajustamento à equação de longo prazo (CointEq1) só são estatisticamente significativos no caso do preço do ouro e da taxa de juro dos fundos

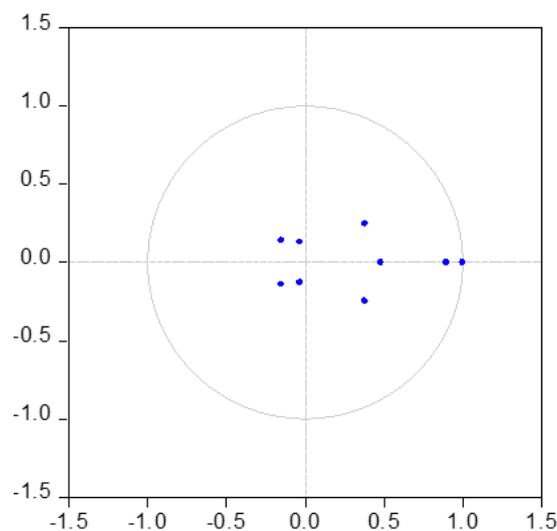
federais, ajustando-se, de forma a corrigir, em cada período, cerca de 6% e 38% do desequilíbrio de longo prazo, respetivamente. Os coeficientes são inferiores a 1, em valor absoluto, denotando uma convergência gradual, não oscilatória, para a relação de cointegração estimada. Por exemplo, quando o índice S&P 500 está sobreavaliado face à relação de longo prazo, estas variáveis ajustam-se em baixa. Não se encontra evidência empírica para que o preço da Bitcoin reaja a desequilíbrios da relação de equilíbrio de longo prazo.

A qualidade do ajustamento, avaliada pelos R^2 ajustados bem como pela estatística F para cada equação, é relativamente baixa, apresentando a equação da FFR o maior R^2 ajustado de 0,55 e de apenas 5 equações apresentarem uma estatística F acima de 3.

4.2.4 Análise da qualidade do modelo estimado

4.2.4.1 Estabilidade do modelo

Figura 4-Gráfico de raízes



Fonte: Elaboração própria através do software Eviews

No gráfico de raízes, observa-se que todas as raízes encontram-se no interior do círculo unitário, podendo-se afirmar que o modelo apresenta um comportamento estável.

4.2.4.2 Análise dos resíduos

Tabela 11-Teste de autocorrelação dos resíduos de Portmanteau

Lags	Q-Stat	Prob.*	Adj Q-Stat	Prob.*	df
------	--------	--------	------------	--------	----

1	10,29733	---	10,39180	---	---
2	47,20861	1,0000	47,98663	0,9999	91
3	108,4164	0,9778	110,9105	0,9668	140

Fonte: Elaboração própria através do software Eviews

Realizando o teste de autocorrelação dos resíduos de Portmanteau, observa-se que o *p-value* é superior a 5%; não se rejeitando a hipótese nula, podendo-se afirmar que não existe autocorrelação entre os resíduos, sendo estes considerados independentes.

Tabela 12-Teste de heterocedasticidade dos resíduos

Joint test:		
Chi-sq	df	Prob.
482,8662	448	0,1234

Fonte: Elaboração própria através do software Eviews

Com a execução do teste da heterocedasticidade dos resíduos (sem termos cruzados) na Tabela 12, o *p-value* encontra-se maior que 5%, o que leva a uma não rejeição da hipótese nula, concluindo-se que não existe evidência de heterocedasticidade nos resíduos do modelo de correção do erro.

Tabela 13-Teste da normalidade de Jarque-Bera

Component	Jarque-Bera	df	Prob.
1	37,09893	2	0,0000
2	8,047397	2	0,0179
3	3,274914	2	0,1945
4	10,11451	2	0,0064
5	0,724628	2	0,6961
6	394,6450	2	0,0000
7	8,835865	2	0,0121
Joint	462,7412	14	0,0000

Fonte: Elaboração própria através do software Eviews

Com base nos resultados do teste de normalidade de Jarque-Bera, na Tabela 13 pode-se observar a rejeição da hipótese nula de que os resíduos seguem uma distribuição normal multivariada.

4.3 Determinantes do preço da Bitcoin com base em variáveis dos Estados Unidos da América

4.3.1 Teste de causalidade de Granger

De acordo com os testes de causalidade de Granger (em anexo) e de forma a definir a ordenação de Cholesky, foram rejeitadas as seguintes hipóteses nulas:

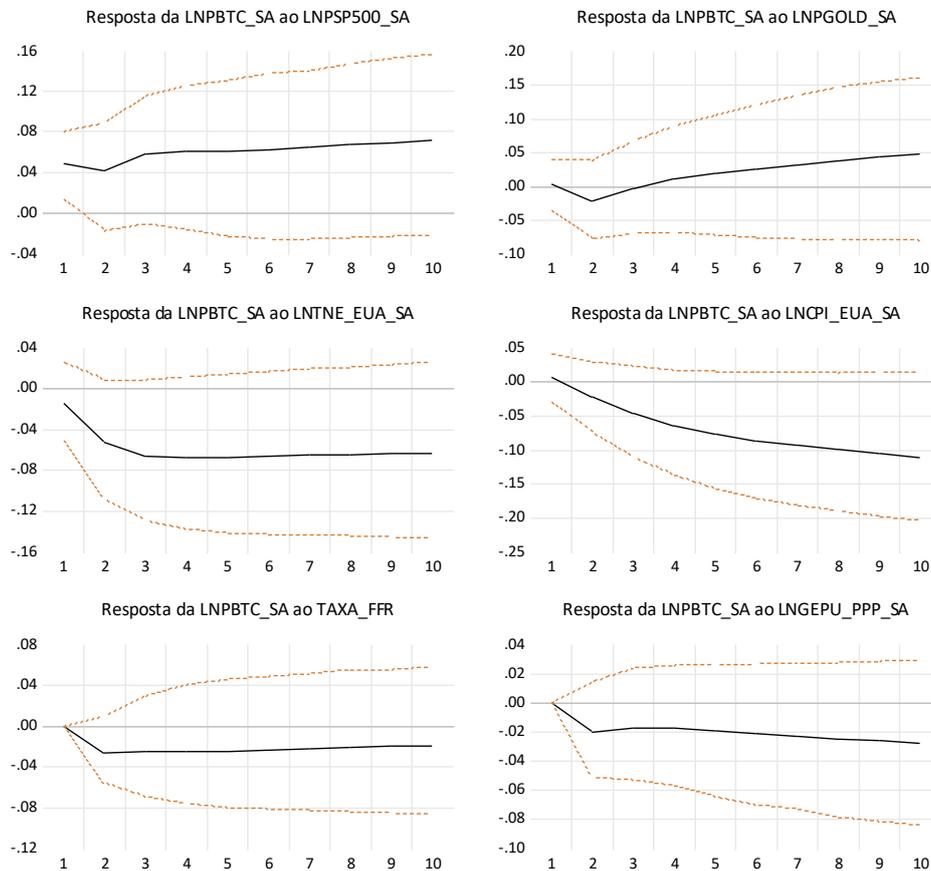
- DFFR não “causa” DLNS&P500_SA
- DLNSP&500_SA não “causa” DLNTNE_EUA_SA
- DLNOURO_SA não “causa” DLNTNE_EUA_SA
- DLNS&P500_SA não “causa” DLNCPI_EUA_SA
- DLNTNE_EUA_SA não “causa” DLNBTC_SA
- DLNOURO_SA não “causa” DLNBTC_SA
- DLNS&P500_SA não “causa” DFFR
- DLNS&P500_SA não “causa” DLNGEPU_SA
- DLNTNE_EUA_SA não “causa” DLNGEPU_SA

O índice S&P 500 apresenta causalidade unidirecional com as variáveis TNE, CPI e GEPU e bidirecional com FFR; assim, optámos por colocar este índice na 1ª posição da ordenação de Cholesky, assumindo que não é influenciado, contemporaneamente, por nenhuma das restantes. Nenhuma variável apresenta causalidade com o preço do Ouro, mas este exibe causalidade unidirecional com a TNE e o preço da Bitcoin; assim, optou-se por colocar esta variável na 2ª posição da ordenação. A TNE apresenta causalidade com o preço da Bitcoin e com o GEPU e o CPI não causa nenhuma variável, elegendo-se a TNE e o CPI para as 3ª e 4ª posições, respetivamente. Por fim, as variáveis Bitcoin, GEPU e FFR não apresentam causalidade com nenhuma outra variável (apenas a taxa de juro é bidirecional com o índice acionista). Desta forma estabelecemos a seguinte ordenação de Cholesky como base: S&P 500 => Ouro => TNE EUA => CPI EUA => Bitcoin => FFR => GEPU. De referir que, para robustez, foram também testadas outras ordenações e os resultados obtidos foram semelhantes.

4.3.2 Respostas impulso

Para analisar os determinantes do preço da Bitcoin, produzimos respostas desta variável a choques registados nas restantes variáveis dos EUA, sendo a duração de cada período de um mês com o intervalo de confiança de 95%. (Figura 5).

Figura 5-Respostas impulso do preço da Bitcoin às variáveis dos EUA



Fonte: Elaboração própria através do software Eviews

Ao analisar as respostas impulso das variáveis podemos observar que o preço da Bitcoin tem uma resposta positiva inicial ao choque sobre o índice S&P 500. As restantes variáveis não se mostraram significativas pois as linhas do intervalo de confiança incluem o zero.

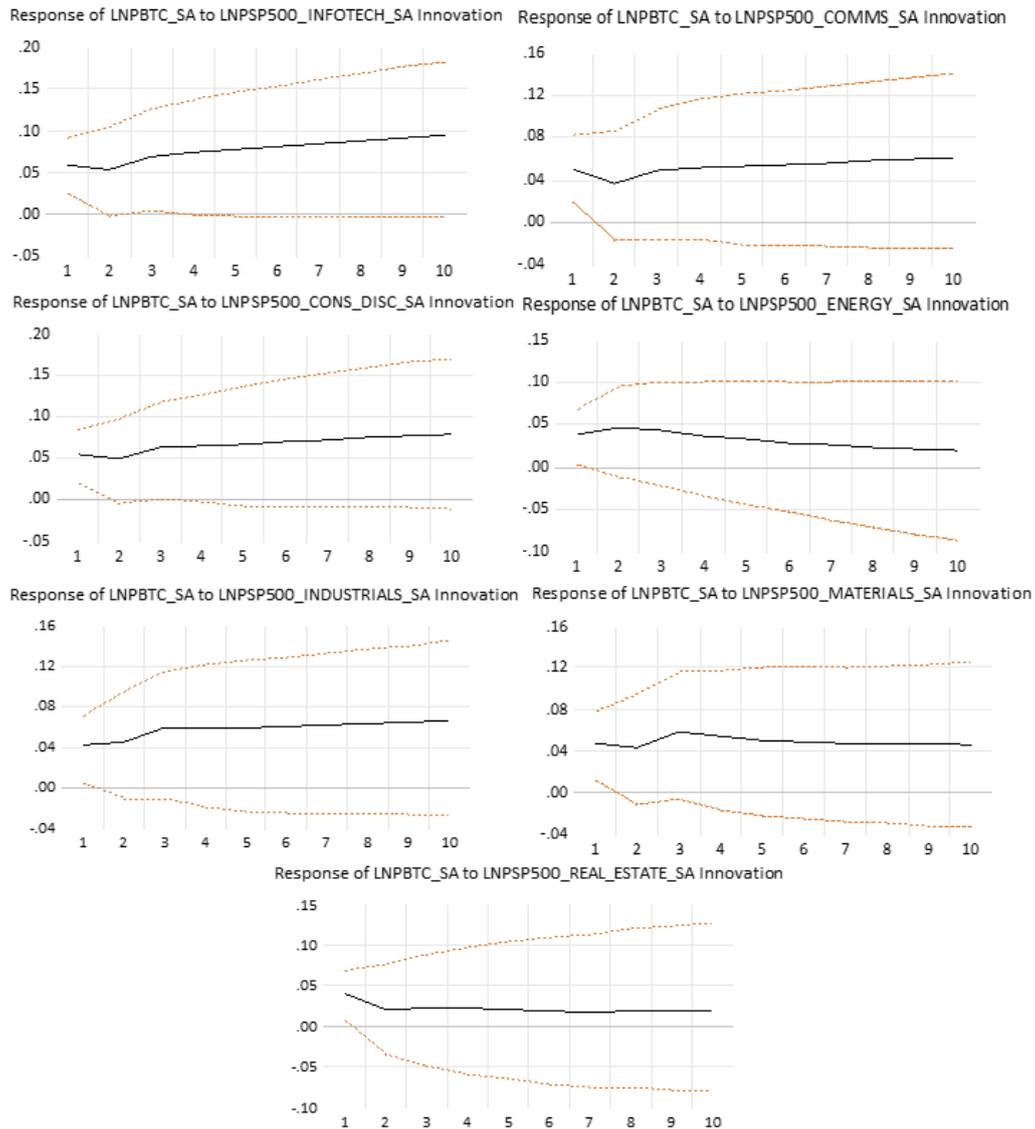
Os resultados observados (em anexo) quando se utiliza ou o índice NASDAQ ou o índice Dow Jones (substituindo pelo índice S&P 500) apresentaram-se semelhantes, obtendo-se um efeito positivo do preço da Bitcoin aos choques dos índices acionistas.

Os resultados alcançados apresentam similitude com os obtidos por Kapar e Olmo (2020), que concluíram que o preço da Bitcoin apresenta uma relação positiva com o preço do índice S&P 500, por Van Wijk (2013), que observou que o índice Dow Jones tem um

efeito positivo sobre o preço da Bitcoin e por Wang et al. (2022), que apresentaram uma relação positiva entre o preço da Bitcoin e os três índices acionistas dos Estados Unidos da América.

4.3.3 Índices setoriais do índice S&P 500

Figura 6-Respostas impulso do preço da Bitcoin aos índices setoriais do S&P 500



Fonte: Elaboração própria através do software Eviews

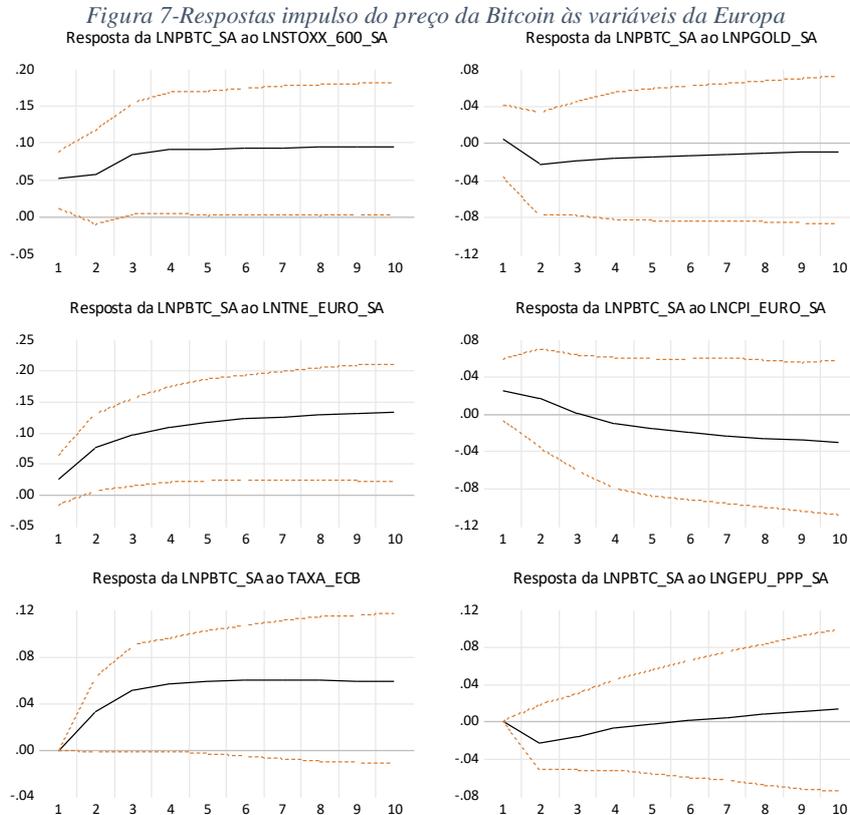
Um dos contributos deste trabalho passa por avaliar se a sensibilidade aos índices acionistas, difere por estrutura setorial das empresas. Para tal, analisamos as IRF a

choques em cada um dos índices setoriais do S&P 500. Os resultados apresentados na Figura 6 reportam aos índices cujo efeito sobre o preço da Bitcoin se revelou estatisticamente significativo (bens discricionários, indústria, informação e tecnologia, materiais, imobiliário, serviços de comunicação e energia). Observa-se que o comportamento do preço da Bitcoin aos índices setoriais do S&P 500 apresenta uma resposta similar à obtida anteriormente para o índice principal, sendo positiva.

4.4 Análise de robustez do preço da Bitcoin a determinantes de outras áreas geográficas

Foi ainda realizada uma análise de sensibilidade do preço da Bitcoin a variáveis relevantes de outras áreas geográficas, onde a análise e tratamento dos dados seguiram as etapas metodológicas que aplicámos aos Estados Unidos da América. A ordem de Cholesky utilizada é a mesma dos EUA (Índice Acionista => Ouro => TNE => CPI => Bitcoin => taxa de juro => GEPU), sendo ainda de referir que os resultados se apresentaram robustos a outras ordenações.

4.4.1 Europa

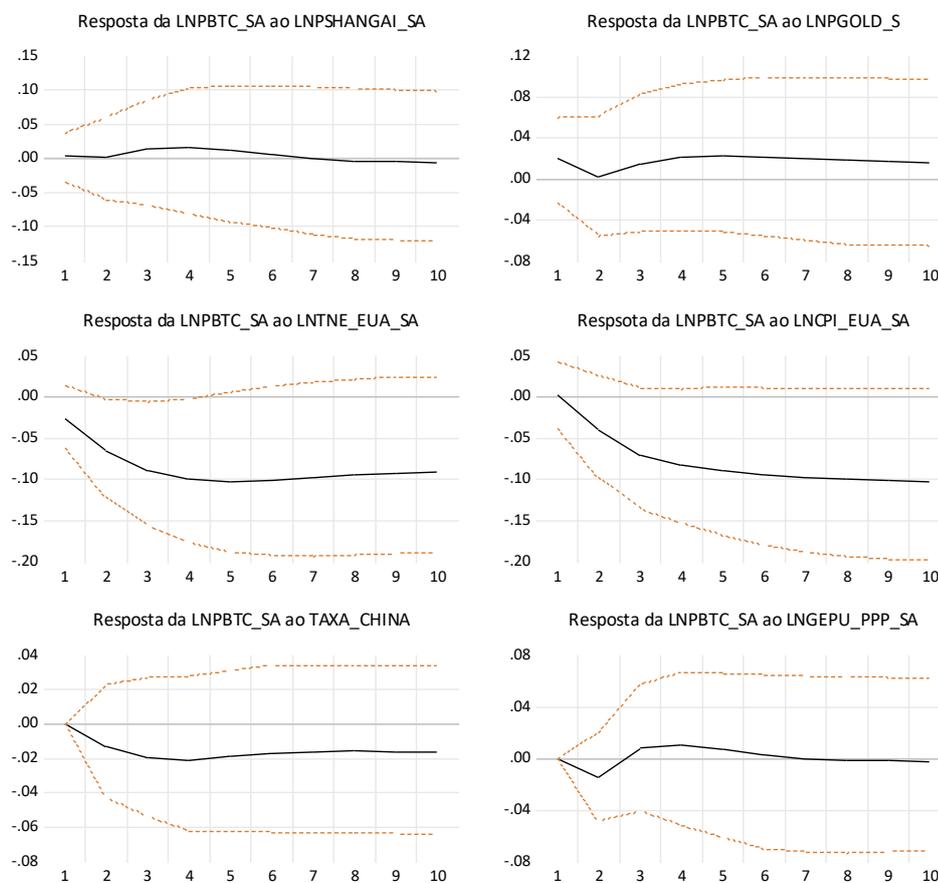


Fonte: Elaboração própria através do software Eviews

Os resultados das IRF do preço da Bitcoin às demais variáveis, particularizadas para a Europa, são apresentados na Figura 6. Do mesmo modo que a situação dos EUA, o índice acionista de referência para a Europa, neste caso o Stoxx 600, apresenta um impacto positivo no preço da Bitcoin. Também de referir que a Bitcoin apresentou uma resposta positiva ao choque da taxa de câmbio nominal efetiva da zona Euro a partir do segundo período e ao choque da taxa de juro⁶ de referência do BCE até ao quarto período.

4.4.2 China

Figura 8-Respostas impulso do preço da Bitcoin às variáveis da China



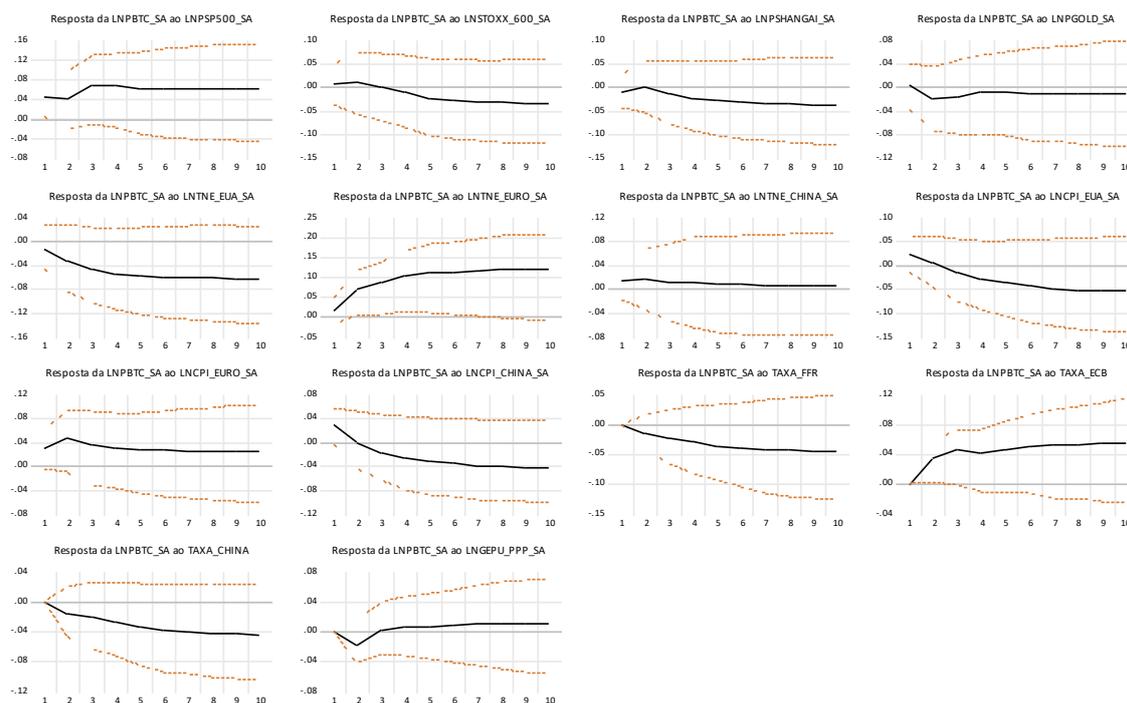
Fonte: Elaboração própria através do software Eviews

De acordo com os gráficos impulso resposta na Figura 8, o preço da Bitcoin não apresenta qualquer resposta significativa a choques nas variáveis da China.

4.4.3 Global

⁶ Na taxa de juro do banco central europeu também se realizou o teste de Phillips-Perron e o teste de raiz unitária com quebra de forma a confirmar a sua estacionariedade.

Figura 9-Respostas impulso do preço da Bitcoin a todas as variáveis



Fonte: Elaboração própria através do software Eviews

Ao realizar uma estimação incluindo os determinantes, em simultâneo, para as três áreas geográficas (estimação global) e com a mesma ordenação base, observa-se que o preço da Bitcoin continua a exibir uma resposta inicial significativa ao índice S&P 500, apresenta uma resposta positiva à taxa de câmbio nominal efetiva da zona Euro a partir do segundo período mas, desta vez, terminando no oitavo mês após o choque, e uma resposta positiva ao choque da taxa de juro do BCE até ao terceiro período (Figura 9).

Conclusão

A evolução da capitalização das criptomoedas e o seu estabelecimento como ativos financeiros alternativos tornam pertinente estudar como elas, em particular a mais significativa - a Bitcoin, podem estar relacionadas com investimentos em ativos de risco tradicionais. Entre 2019 e 2021, a capitalização de mercado da Bitcoin quintuplicou, atingindo 1 trilhão de dólares. Assim, nesta dissertação analisou-se a relação do preço da Bitcoin com o mercado acionista e outros determinantes num horizonte a mais longo prazo e noutra a curto prazo.

Após uma breve contextualização sobre o papel da Bitcoin nos mercados, suas vantagens e desvantagens e funcionamento do respetivo mercado, foi realizada uma revisão de estudos empíricos sobre os determinantes do preço da Bitcoin.

A maioria da literatura doutrinária aponta para uma relação positiva do preço da Bitcoin com a capitalização dos índices acionistas norte-americanos, apresentado resultados ambíguos em relação aos índices europeus e asiáticos. Em termos de mecanismos de transmissão, literatura orienta para efeitos diretos decorrentes das expectativas sobre a conjuntura económica que, em baixa, reduzem, simultaneamente, a procura por ambos os tipos de ativos, bem como para um efeito contágio. No entanto, a literatura tende a apontar para um comportamento assimétrico em que, em períodos de expansão económica, os agentes preferem deter ativos tradicionais face às criptomoedas (efeito substitutivo do ativo mais forte).

Através de um VECM, foi avaliada a relação entre preço das ações e preço da Bitcoin para um horizonte alargado, incluindo índices de ações de três áreas geográficas distintas. Adicionalmente, analisamos a sensibilidade do preço da Bitcoin a índices setoriais de ações.

Os resultados obtidos na equação de cointegração refletem que apenas o preço do ouro e a taxa de juro dos fundos federais apresentam valores estatisticamente significativos, concluindo-se que a Bitcoin não apresenta relação de longo prazo com os seus determinantes. No entanto, no curto prazo, o preço da Bitcoin tem uma resposta positiva em impacto, no primeiro período, a choques positivos sobre o índice S&P 500. Este resultado apresenta-se robusto a diferentes ordenações dos choques de Cholesky, bem como à integração dos índices das três áreas geográficas em análise. Adicionalmente, conclui-se que esta dinâmica é particularmente significativa em resposta aos índices

setoriais de bens discricionários, indústria, informação e tecnologia, materiais, imobiliário, serviços de comunicação e energia.

No caso dos determinantes europeus apenas encontrou-se evidência para uma relação direta do preço da Bitcoin em resposta ao índice acionista Stoxx 600 e à taxa de juro do BCE. As variáveis específicas da China não apresentam impactos estatisticamente significativos para a dinâmica do preço da Bitcoin.

Assim, de acordo com base na metodologia utilizada, e em resposta ao quesito de investigação proposto neste estudo - **Será que existe relação entre o preço da Bitcoin e os mercados acionistas?** - conclui-se que, no longo prazo, não se observa qualquer relação, mas, no curto prazo, observa-se uma relação positiva com os índices S&P 500, Dow Jones, NASDAQ e Stoxx 600.

Devido ao fenómeno das criptomoedas ainda ser algo relativamente inovador e recente no paradigma mundial, a escassez de estudos empíricos realizados pela comunidade científica apresentou-se como a maior limitação desta dissertação, contudo sempre se afirmando que este estudo pretendeu ser mais um contributo para a avaliação da interdependência entre a Bitcoin e os ativos tradicionais, controlando para os determinantes de diferentes áreas geográficas e setores económicos, podendo, porventura, servir de ponto de partida a futuras investigações nesta área.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdollah Ah Mand, & Mohd, H. (2020). *Bitcoin and Stock Markets: Are They Connected? Evidence from Asean Emerging Economies*.
<https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-25524/v1>
- Albuquerque, B. S. de, & Callado, M. de C. (2015). Understanding Bitcoins: Facts and Questions. *Revista Brasileira de Economia*, 69(1). <https://doi.org/10.5935/0034-7140.20150001>
- Alvarez, F., Argente, D., & Van Patten, D. (2022). *Are Cryptocurrencies Currencies? Bitcoin as Legal Tender in El Salvador*. <https://doi.org/10.3386/w29968>
- Ayboğa, M. H., & Ganii, F. (2022). The Covid 19 Crisis and The Future of Bitcoin in E-Commerce. *Journal of Organizational Behavior Research*, 7(2), 203–213.
<https://doi.org/10.51847/hta7jg55of>
- Baumöhl, E. (2019). Are cryptocurrencies connected to forex? A quantile cross-spectral approach. *Finance Research Letters*, 29, 363–372.
<https://doi.org/10.1016/j.frl.2018.09.002>
- Bhullar, P. S., & Bhatnagar, D. (2020). Bitcoins as a determinant of stock market movements: A comparison of Indian and Chinese Stock Markets. *Theoretical and Applied Economics*, XXVII(3(624), Autumn), 193–202.
[https://econpapers.repec.org/RePEc:agr:journl:v:3\(624\):y:2020:i:3\(624\):p:193-202](https://econpapers.repec.org/RePEc:agr:journl:v:3(624):y:2020:i:3(624):p:193-202)
- Bouoiyour, J., & Selmi, R. (2015). What Does Bitcoin Look Like? *Annals of Economics and Finance*, 16(2), 449–492.
<https://econpapers.repec.org/RePEc:cuf:journl:y:2015:v:16:i:2:bouoiyour>
- Brière, M., Oosterlinck, K., & Szafarz, A. (2015). Virtual currency, tangible return: Portfolio diversification with bitcoin. *Journal of Asset Management*, 16(6), 365–373. <https://doi.org/10.1057/jam.2015.5>

- Brissy, R. (2022). *Portfolio diversification using cryptocurrencies: An empirical study of 4 cryptocurrencies between 2014 and 2021*.
<http://hdl.handle.net/2078.1/thesis:33702>
- Brito, J., & Castillo, A. M. (2016). *Bitcoin: a primer for policymakers*. Mercatus Center, George Mason University.
- Bunjaku, F., Gjorgieva-Trajkovska, O., & Miteva-Kacarski, E. (2017). Cryptocurrencies - Advantages and disadvantages. *Journal of Economics*, 2(1), 31–39.
<https://js.ugd.edu.mk/index.php/JE/article/view/1933>
- Chen, Y. (Catherine). (2021). Empirical analysis of bitcoin price. *Journal of Economics and Finance*. <https://doi.org/10.1007/s12197-021-09549-5>
- Chohan, U. W. (2017). *A History of Bitcoin*. Papers.ssrn.com.
<https://ssrn.com/abstract=3047875>
- Ciaian, P., Rajcaniova, M., & Kancs, d'Artis. (2015). The economics of BitCoin price formation. *Applied Economics*, 48(19), 1799–1815.
<https://doi.org/10.1080/00036846.2015.1109038>
- Deniz, E., & Teker, D. (2019). Determinants of Bitcoin prices. *PressAcademia Procedia*, 10(1), 17–21. <https://dergipark.org.tr/en/pub/pap/issue/50938/665798>
- Dumitrescu, G. (2017). Bitcoin – A Brief Analysis of the Advantages and Disadvantages. *Global Economic Observer*, 5(2), 63–71.
<https://econpapers.repec.org/RePEc:ntu:ntugeo:vol5-iss2-17-063>
- Dwyer, G. P. (2015). The economics of Bitcoin and similar private digital currencies. *Journal of Financial Stability*, 17, 81–91.
<https://doi.org/10.1016/j.jfs.2014.11.006>
- Dyhrberg, A. H. (2016). Bitcoin, gold and the dollar – A GARCH volatility analysis. *Finance Research Letters*, 16, 85–92. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2015.10.008>

- Engle, R. F., & Granger, C. W. J. (1987). Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing. *Econometrica*, 55(2), 251–276.
<https://doi.org/10.2307/1913236>
- Fasanya, I. O., Oliyide, J. A., Adekoya, O. B., & Agbatogun, T. (2021). How does economic policy uncertainty connect with the dynamic spillovers between precious metals and bitcoin markets? *Resources Policy*, 72, 102077.
<https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102077>
- Gil-Alana, L. A., Abakah, E. J. A., & Rojo, M. F. R. (2020). Cryptocurrencies and stock market indices. Are they related? *Research in International Business and Finance*, 51, 101063. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2019.101063>
- Göttfert, J. (2019). *Cointegration among cryptocurrencies: A cointegration analysis of Bitcoin, Bitcoin Cash, EOS, Ethereum, Litecoin and Ripple* [Master's Dissertation].
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2009). *Basic econometrics*. McGraw-Hill/Irwin.
- Haffar, A., & Le Fur, E. (2021). Structural vector error correction modelling of Bitcoin price. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 80, 170–178.
<https://doi.org/10.1016/j.qref.2021.02.010>
- Hao, M., Su, F., Wang, K., & Zheng, X. (2022). Bitcoin Price Prediction Based on Machine Learning and Granger Causality Test. *Advances in Economics, Business and Management Research*, 342–348. https://doi.org/10.2991/978-94-6463-036-7_51
- Islam, M., Akhtar, A., Munira, S., Khan, Md. S., & Murshed, M. M. (2018). Optimized Dickey-Fuller Test Refines Sign and Boundary Problems Compare to Traditional Dickey-Fuller Test. *International Journal of Statistics and Probability*, 7(5), 19. <https://doi.org/10.5539/ijsp.v7n5p19>

- Ismail, S., & Ali Basah, M. Y. (2021). An analysis on cryptocurrencies and macroeconomic variables using Vector Error Correction Model (VECM). *ASEAN Journal of Management and Business Studies*, 3(1), 8–15.
<https://doi.org/10.26666/rmp.ajmbs.2021.1.2>
- Johansen, S. (1991). Estimation and Hypothesis Testing of Cointegration Vectors in Gaussian Vector Autoregressive Models. *Econometrica*, 59(6), 1551.
<https://doi.org/10.2307/2938278>
- Kalyvas, A., Papakyriakou, P., Sakkas, A., & Urquhart, A. (2019). What drives Bitcoin's price crash risk? *Economics Letters*, 108777.
<https://doi.org/10.1016/j.econlet.2019.108777>
- Kapar, B., & Olmo, J. (2020). Analysis of Bitcoin prices using market and sentiment variables. *The World Economy*. <https://doi.org/10.1111/twec.13020>
- 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.
<https://doi.org/10.1016/j.irfa.2018.07.010>
- Lee, Y., & Rhee, J. H. (2022). A VECM analysis of Bitcoin price using time-varying cointegration approach. *Journal of Derivatives and Quantitative Studies: 선물연구*. <https://doi.org/10.1108/jdqs-01-2022-0001>
- Medeiros, O., Van Doornik, B., & de Oliveira, G. (2011). Modeling and forecasting a firm's financial statements with a VAR – VECM model. *Brazilian Business Review*, 8(3), 20–39. <https://doi.org/10.15728/bbr.2011.8.3.2>
- Meynkhard, A. (2019). Fair market value of bitcoin: halving effect. *Investment Management and Financial Innovations*, 16(4), 72–85.
[https://doi.org/10.21511/imfi.16\(4\).2019.07](https://doi.org/10.21511/imfi.16(4).2019.07)

- Munoz, J. M., & Frenkel, M. (2020). The Economics of Cryptocurrencies. In *Google Books*. Routledge.
- Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system.
- Pernice, I. G. A., & Scott, B. (2021). Cryptocurrency. *Internet Policy Review*, 10(2).
<https://doi.org/10.14763/2021.2.1561>
- Phillips, P. J., & Pohl, G. (2023). *MicroStrategy, Bitcoin, Corporate Finance, Shareholder Value*. Social Science Research Network.
- Stegaroiu, C. E. (2018). The Advantages And Disadvantages Of Bitcoin Payments In The New Economy. *Annals - Economy Series*, 1, 67–72.
- Ulrich, F. (2017). *Bitcoin: A moeda na era digital*. LVM Editora.
- Vranken, H. (2017). Sustainability of bitcoin and blockchains. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 28(1877-3435), 1–9.
<https://doi.org/10.1016/j.cosust.2017.04.011>
- Wang, H., Wang, X., Yin, S., & Ji, H. (2021). The asymmetric contagion effect between stock market and cryptocurrency market. *Finance Research Letters*, 102345.
<https://doi.org/10.1016/j.frl.2021.102345>
- Wang, J., Xue, Y., & Liu, M. (2016). An Analysis of Bitcoin Price Based on VEC Model. *Proceedings of the 2016 International Conference on Economics and Management Innovations*. <https://doi.org/10.2991/icemi-16.2016.36>
- Wang, X., Chen, X., & Zhao, P. (2020). The Relationship Between Bitcoin and Stock Market. *International Journal of Operations Research and Information Systems*, 11(2), 22–35. <https://doi.org/10.4018/ijoris.2020040102>
- Wijk, D. van. (2013). What can be expected from the Bitcoin? *Thesis.eur.nl*.
<https://thesis.eur.nl/pub/14100>

Williams, M., Çekin, S. E., & Green, D. (2020). Bitcoin and the cross-market effects on the Mt. Gox meltdown. *Issues in Information Systems*, 21(3).

https://doi.org/10.48009/3_iis_2020_245-252

Winarno, S., Usman, M., Warsono, Kurniasari, D., & Widiarti. (2021). Application of Vector Error Correction Model (VECM) and Impulse Response Function for Daily Stock Prices. *Journal of Physics: Conference Series*, 1751, 012016.

<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1751/1/012016>

Zhu, Y., Dickinson, D., & Li, J. (2017). Analysis on the influence factors of Bitcoin's price based on VEC model. *Financial Innovation*, 3(1).

<https://doi.org/10.1186/s40854-017-0057-x>

Apêndice 1 - Teste de causalidade de Granger das variáveis dos EUA

Dependent variable: D(LNPSP500_SA)

Excluded	Chi-sq	df	Prob.
D(LNPGOLD_SA)	0,741995	1	0,3890
D(LNTNE_EUA_SA)	1,056336	1	0,3041
D(LNCPI_EUA_SA)	0,332020	1	0,5645
D(LNPBTC_SA)	3,446323	1	0,0634
D(TAXA_FFR)	6,912743	1	0,0086
D(LNGEPU_PPP_SA)	0,160857	1	0,6884
All	14,43498	6	0,0251

Dependent variable: D(LNPGOLD_SA)

Excluded	Chi-sq	df	Prob.
D(LNPSP500_SA)	0,016015	1	0,8993
D(LNTNE_EUA_SA)	3,070179	1	0,0797
D(LNCPI_EUA_SA)	2,377491	1	0,1231
D(LNPBTC_SA)	0,364633	1	0,5459
D(TAXA_FFR)	3,644619	1	0,0563
D(LNGEPU_PPP_SA)	9,77E-05	1	0,9921
All	7,298878	6	0,2941

Dependent variable: D(LNTNE_EUA_SA)

Excluded	Chi-sq	df	Prob.
D(LNPSP500_SA)	9,656836	1	0,0019
D(LNPGOLD_SA)	6,647864	1	0,0099
D(LNCPI_EUA_SA)	2,813306	1	0,0935
D(LNPBTC_SA)	0,370339	1	0,5428
D(TAXA_FFR)	0,222024	1	0,6375
D(LNGEPU_PPP_SA)	0,251985	1	0,6157
All	24,53607	6	0,0004

Dependent variable: D(LNCPI_EUA_SA)

Excluded	Chi-sq	df	Prob.
D(LNPSP500_SA)	4,378738	1	0,0364
D(LNPGOLD_SA)	1,482072	1	0,2235
D(LNTNE_EUA_SA)	1,830416	1	0,1761
D(LNPBTC_SA)	0,028486	1	0,8660
D(TAXA_FFR)	0,108605	1	0,7417
D(LNGEPU_PPP_SA)	0,956215	1	0,3281
All	11,28666	6	0,0799

Dependent variable: D(LNPBTC_SA)

Excluded	Chi-sq	df	Prob.
D(LNPSP500_SA)	1,099865	1	0,2943
D(LNPGOLD_SA)	3,903819	1	0,0482
D(LNTNE_EUA_SA)	5,679905	1	0,0172
D(LNCPI_EUA_SA)	3,736363	1	0,0532
D(TAXA_FFR)	2,367090	1	0,1239
D(LNGEPU_PPP_SA)	1,636613	1	0,2008
All	15,52542	6	0,0165

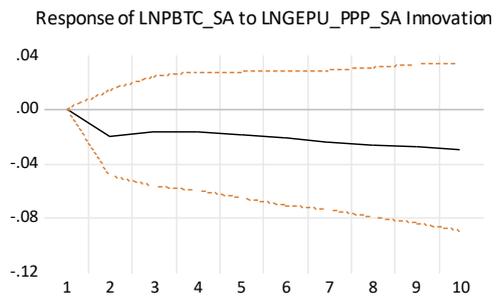
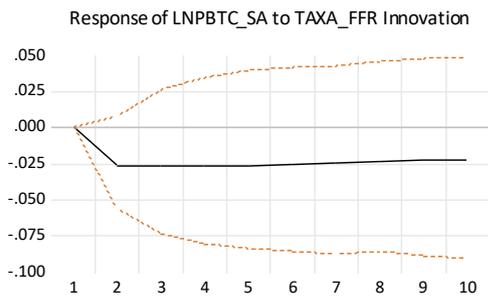
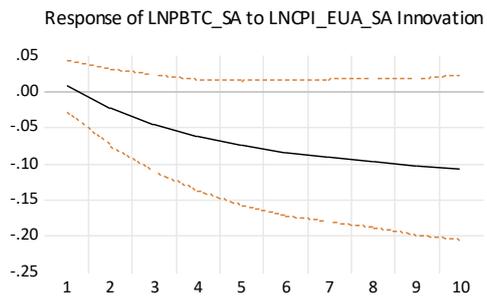
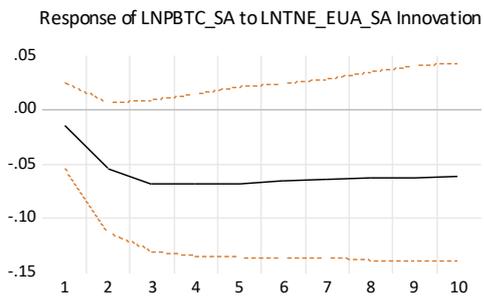
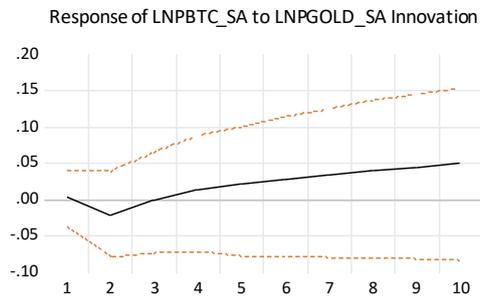
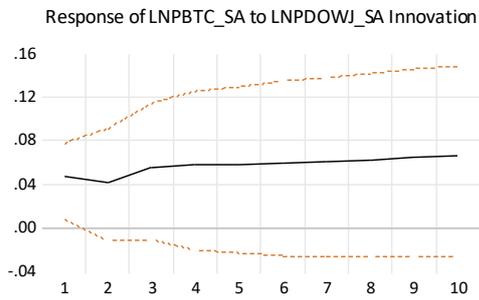
Dependent variable: D(TAXA_FFR)

Excluded	Chi-sq	df	Prob.
D(LNPSP500_SA)	10,01577	1	0,0016
D(LNPGOLD_SA)	2,343615	1	0,1258
D(LNTNE_EUA_SA)	0,212071	1	0,6451
D(LNCPI_EUA_SA)	0,470967	1	0,4925
D(LNPBTC_SA)	0,970557	1	0,3245
D(LNGEPU_PPP_SA)	1,759961	1	0,1846
All	16,54442	6	0,0111

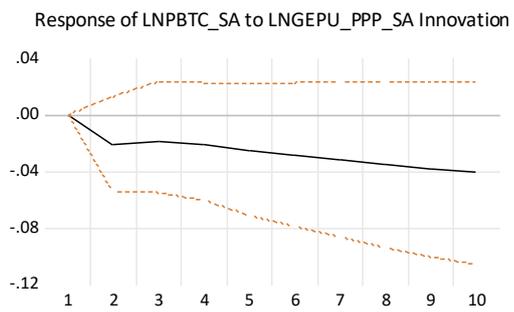
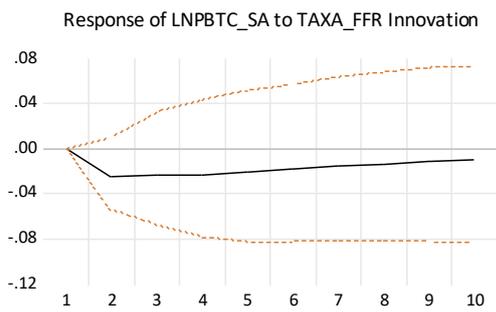
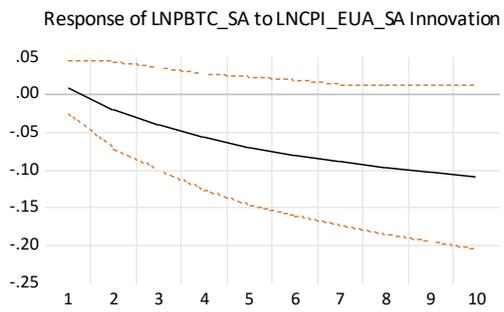
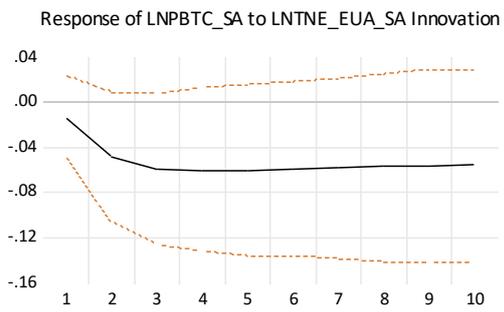
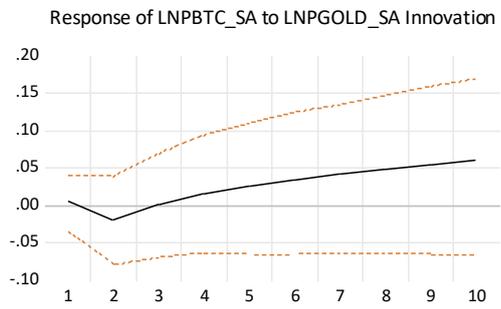
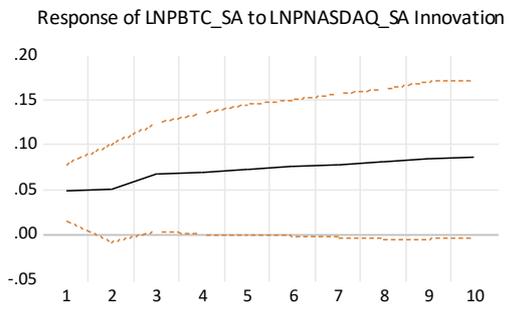
Dependent variable: D(LNGEPU_PPP_SA)

Excluded	Chi-sq	df	Prob.
D(LNPSP500_SA)	9,256939	1	0,0023
D(LNPGOLD_SA)	0,092314	1	0,7613
D(LNTNE_EUA_SA)	7,694294	1	0,0055
D(LNCPI_EUA_SA)	1,725857	1	0,1889
D(LNPBTC_SA)	0,147532	1	0,7009
D(TAXA_FFR)	0,115360	1	0,7341
All	23,95789	6	0,0005

Apêndice 2 - Teste IRF do índice Dow Jones

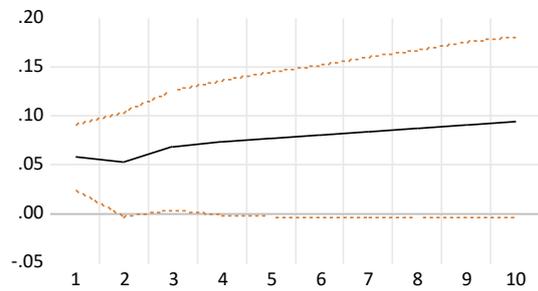


Apêndice 3 - Teste IRF do índice NASDAQ

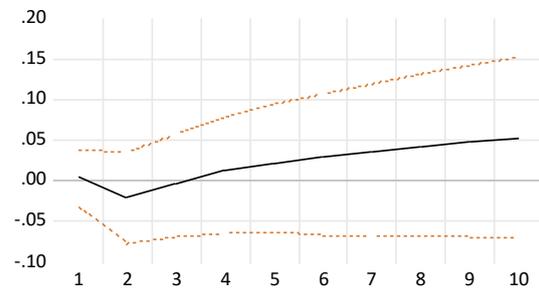


Apêndice 4 - Teste IRF dos índices setoriais S&P 500

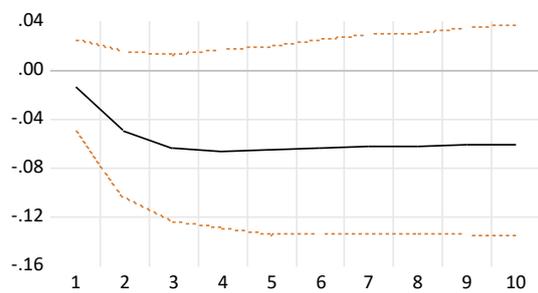
Response of LNPBTC_SA to LNPSP500_INFOTECH_SA Innovation



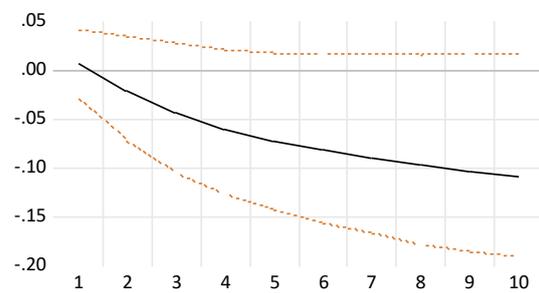
Response of LNPBTC_SA to LNPGOLD_SA Innovation



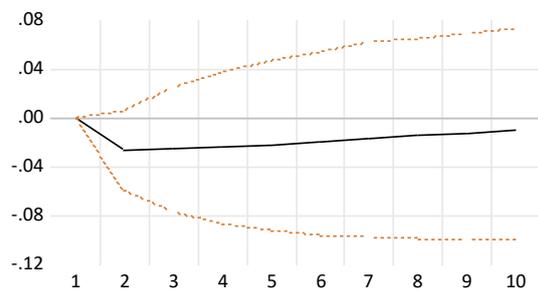
Response of LNPBTC_SA to LNTNE_EUA_SA Innovation



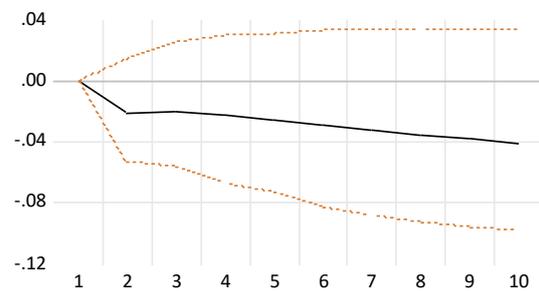
Response of LNPBTC_SA to LNCPI_EUA_SA Innovation



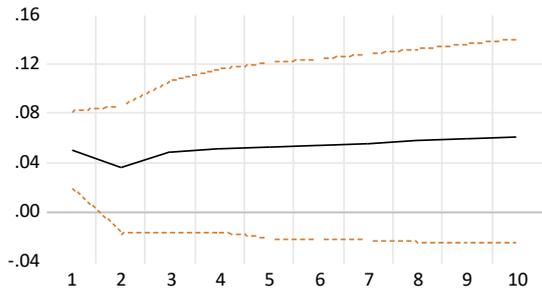
Response of LNPBTC_SA to TAXA_FFR Innovation



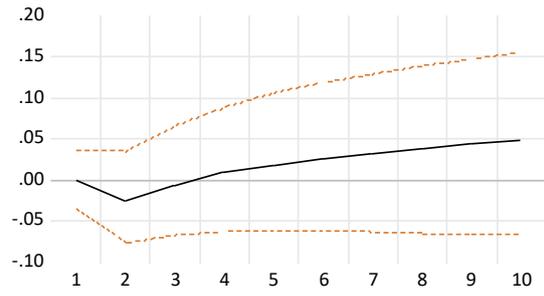
Response of LNPBTC_SA to LNGEPU_PPP_SA Innovation



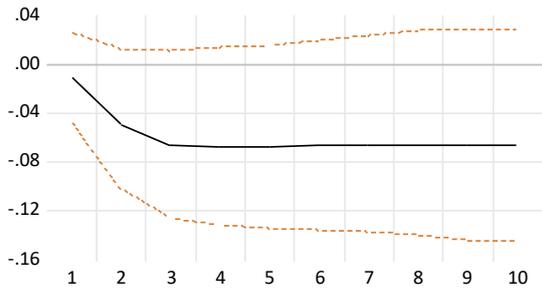
Response of LNPBTC_SA to LNPSP500_COMMS_SA Innovation



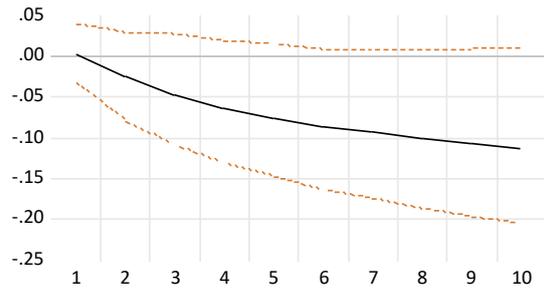
Response of LNPBTC_SA to LNPBANK_SA Innovation



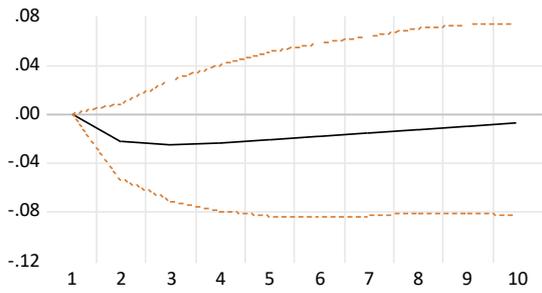
Response of LNPBTC_SA to LNTNE_EUA_SA Innovation



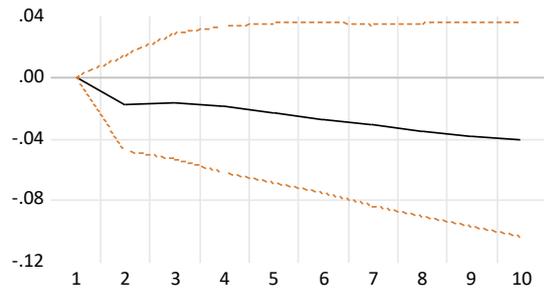
Response of LNPBTC_SA to LNCPI_EUA_SA Innovation



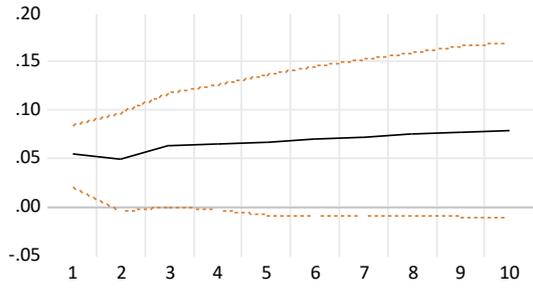
Response of LNPBTC_SA to TAXA_FFR Innovation



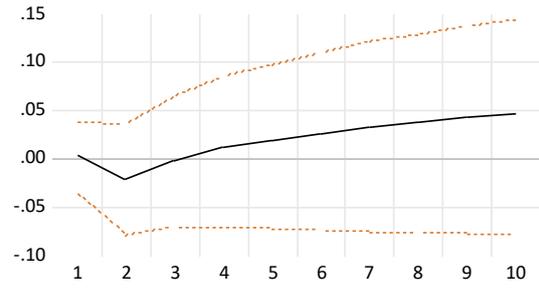
Response of LNPBTC_SA to LINGEPU_PPP_SA Innovation



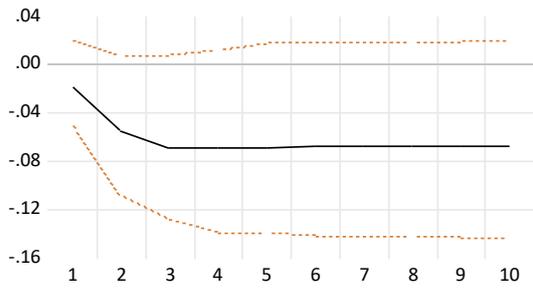
Response of LNPBTC_SA to LNPSP500_CONS_DISC_SA Innovation



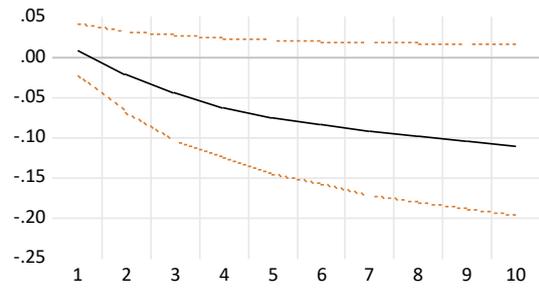
Response of LNPBTC_SA to LNPGOLD_SA Innovation



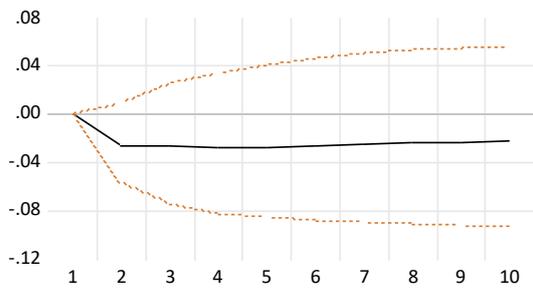
Response of LNPBTC_SA to LNTNE_EUA_SA Innovation



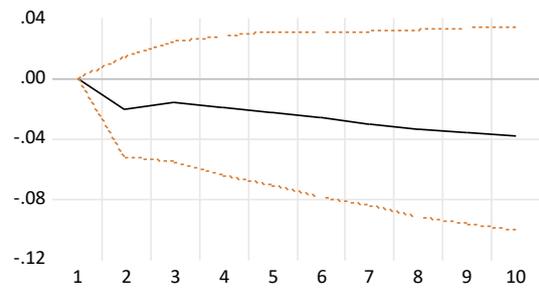
Response of LNPBTC_SA to LNCPI_EUA_SA Innovation



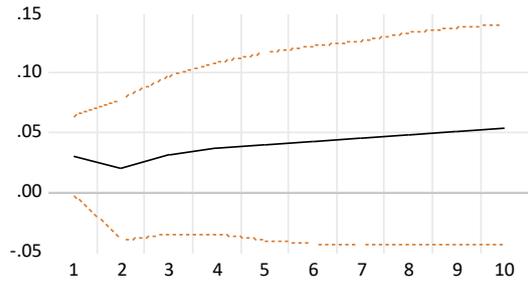
Response of LNPBTC_SA to TAXA_FFR Innovation



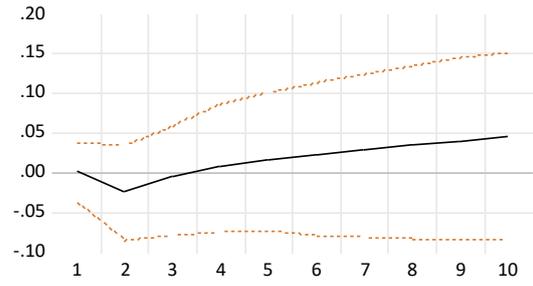
Response of LNPBTC_SA to LNGEPU_PPP_SA Innovation



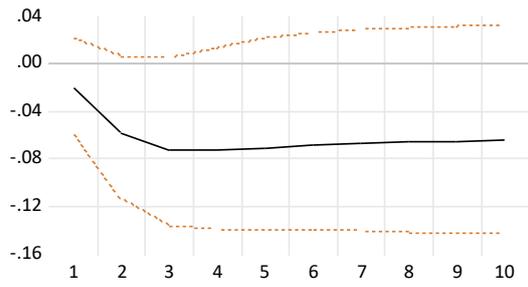
Response of LNPBTC_SA to LNPSP500_CONS_STAP_SA Innovation



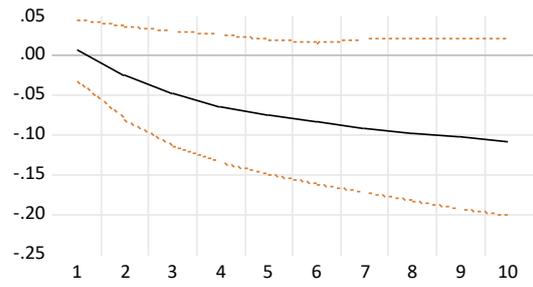
Response of LNPBTC_SA to LNPGOLD_SA Innovation



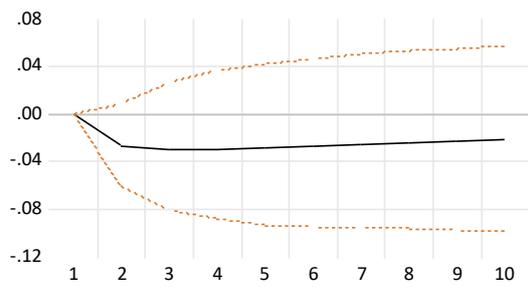
Response of LNPBTC_SA to LNTNE_EUA_SA Innovation



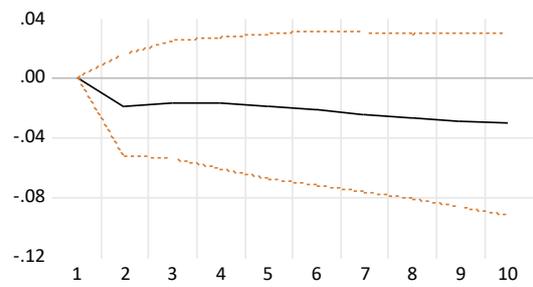
Response of LNPBTC_SA to LNCPI_EUA_SA Innovation



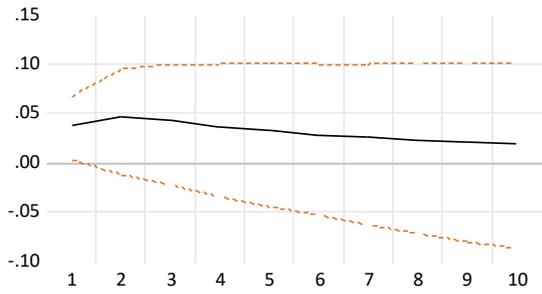
Response of LNPBTC_SA to TAXA_FFR Innovation



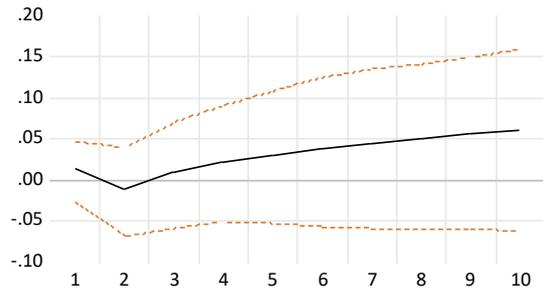
Response of LNPBTC_SA to LNGEPU_PPP_SA Innovation



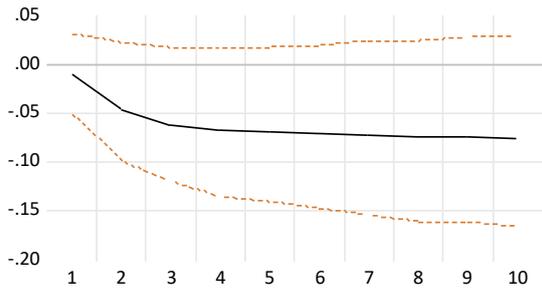
Response of LNPBTC_SA to LNPSP500_ENERGY_SA Innovation



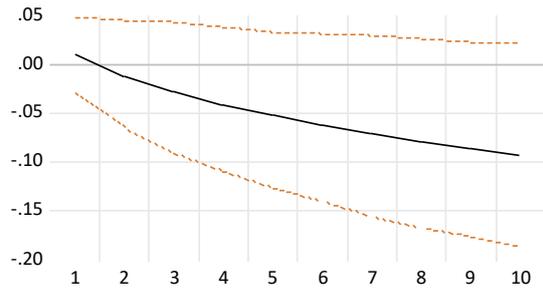
Response of LNPBTC_SA to LNPBANK_SA Innovation



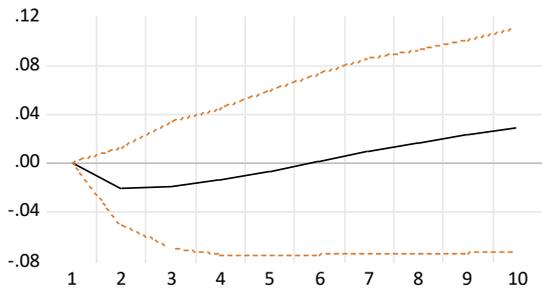
Response of LNPBTC_SA to LNTNE_EUA_SA Innovation



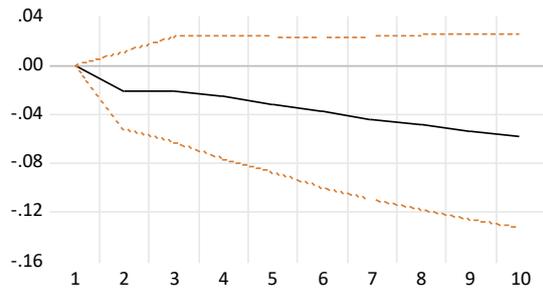
Response of LNPBTC_SA to LNCPI_EUA_SA Innovation



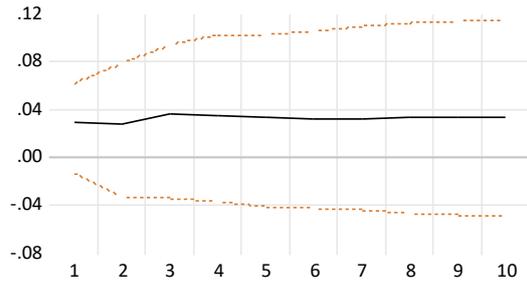
Response of LNPBTC_SA to TAXA_FFR Innovation



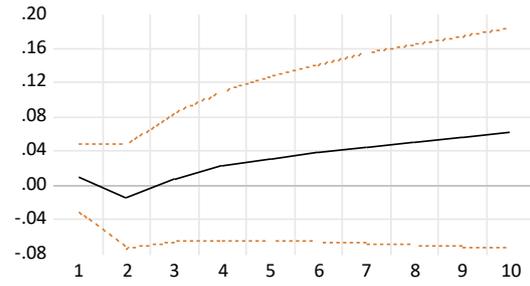
Response of LNPBTC_SA to LNGEPU_PPP_SA Innovation



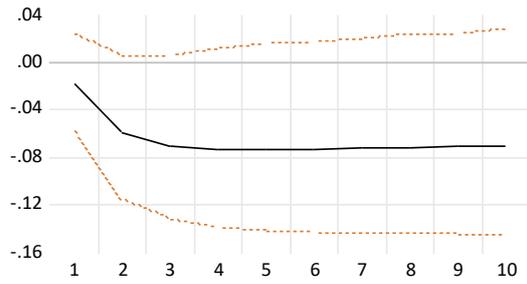
Response of LNPBTC_SA to LNPSP500_FINANCIALS_SA Innovation



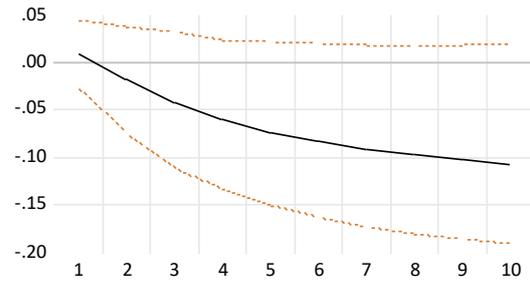
Response of LNPBTC_SA to LNPGOLD_SA Innovation



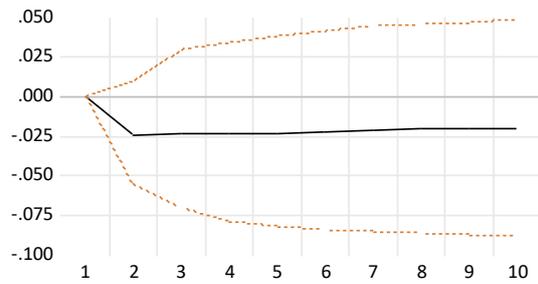
Response of LNPBTC_SA to LNTNE_EUA_SA Innovation



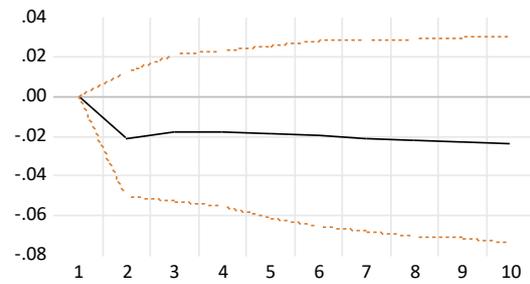
Response of LNPBTC_SA to LNCPI_EUA_SA Innovation



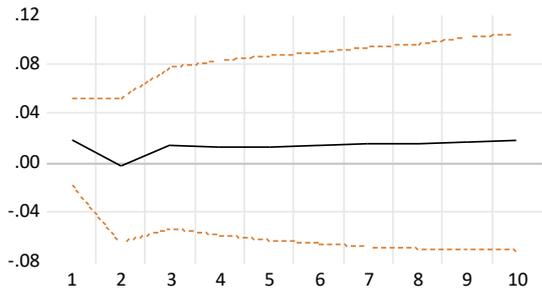
Response of LNPBTC_SA to TAXA_FFR Innovation



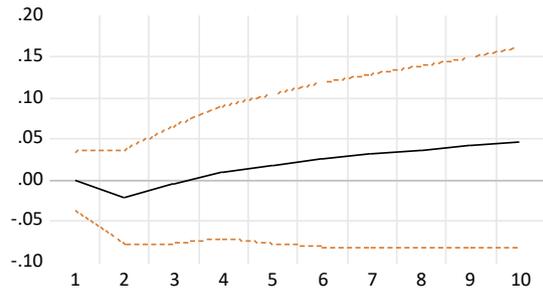
Response of LNPBTC_SA to LNGEPU_PPP_SA Innovation



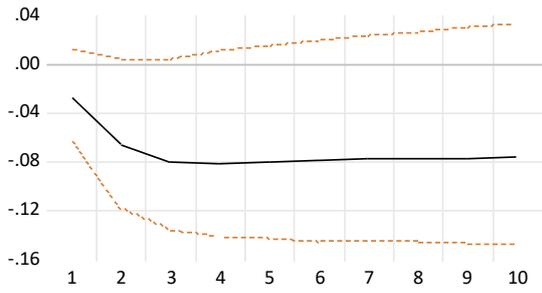
Response of LNPBTC_SA to LNPSP500_HEALTH_SA Innovation



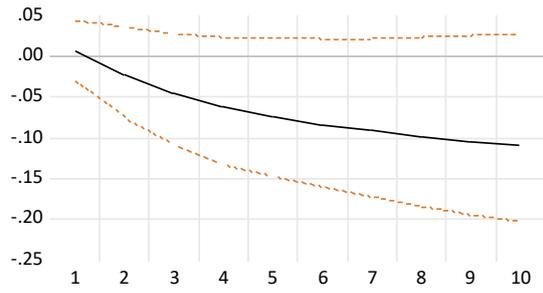
Response of LNPBTC_SA to LNPBANK_SA Innovation



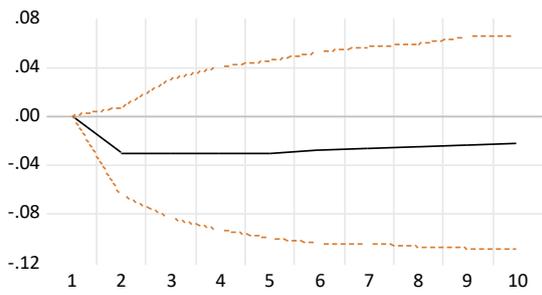
Response of LNPBTC_SA to LNTNE_EUA_SA Innovation



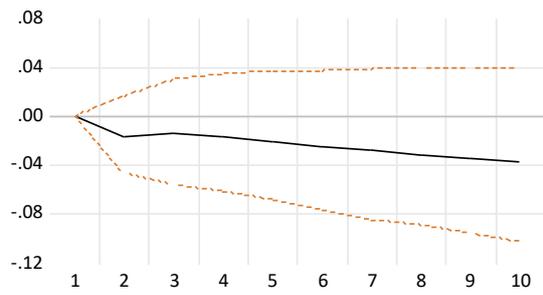
Response of LNPBTC_SA to LNCPI_EUA_SA Innovation



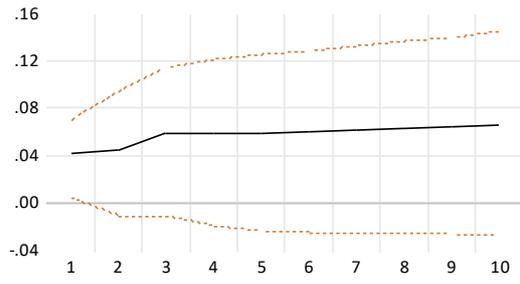
Response of LNPBTC_SA to TAXA_FFR Innovation



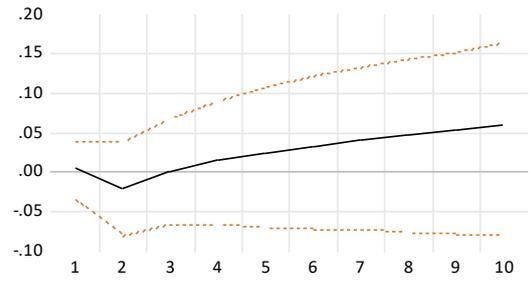
Response of LNPBTC_SA to LNGEPU_PPP_SA Innovation



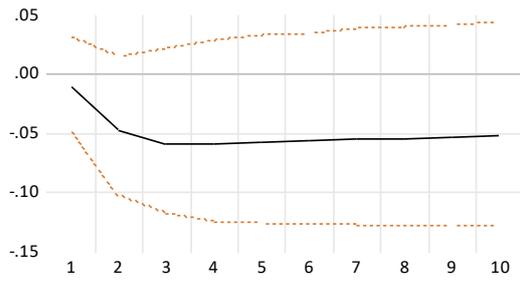
Response of LNPBTC_SA to LNPSP500_INDUSTRIALS_SA Innovation



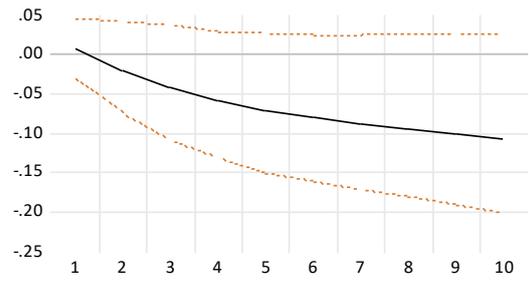
Response of LNPBTC_SA to LNPBOND_SA Innovation



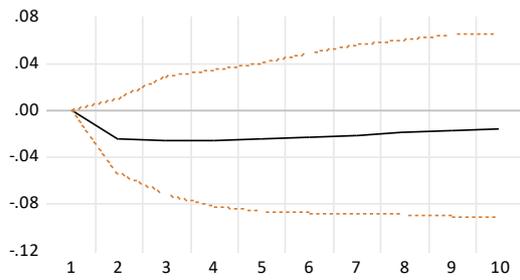
Response of LNPBTC_SA to LNTNE_EUA_SA Innovation



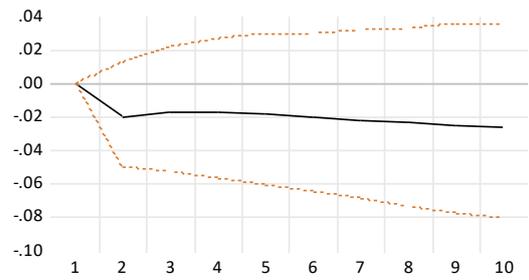
Response of LNPBTC_SA to LNCPI_EUA_SA Innovation



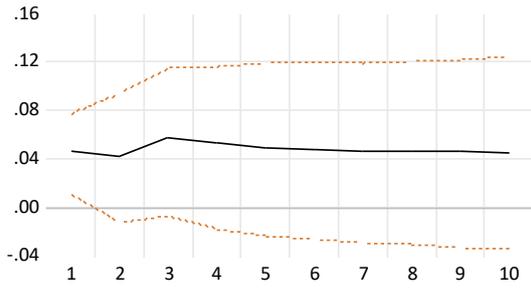
Response of LNPBTC_SA to TAXA_FFR Innovation



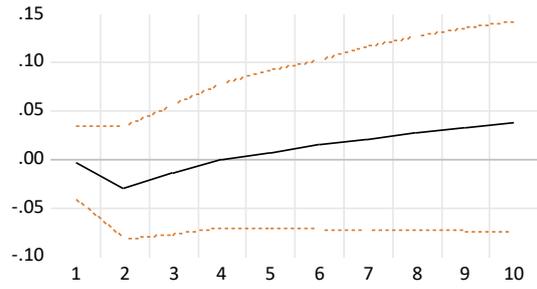
Response of LNPBTC_SA to LNGEPU_PPP_SA Innovation



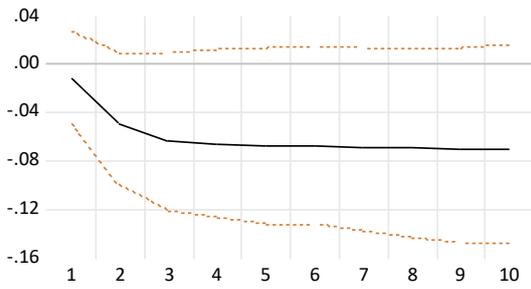
Response of LNPBTC_SA to LNPSP500_MATERIALS_SA Innovation



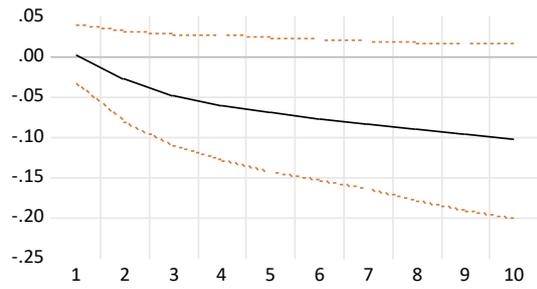
Response of LNPBTC_SA to LNPBGPOLD_SA Innovation



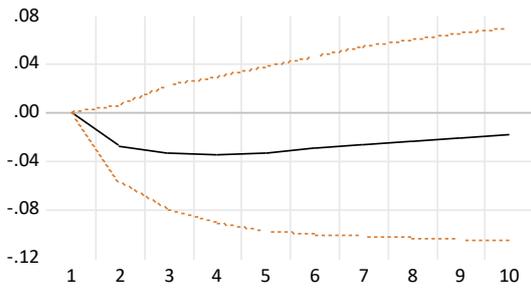
Response of LNPBTC_SA to LNTNE_EUA_SA Innovation



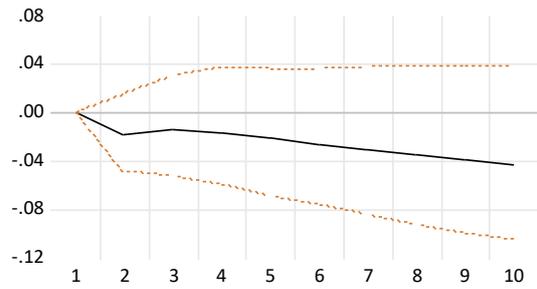
Response of LNPBTC_SA to LNCPI_EUA_SA Innovation



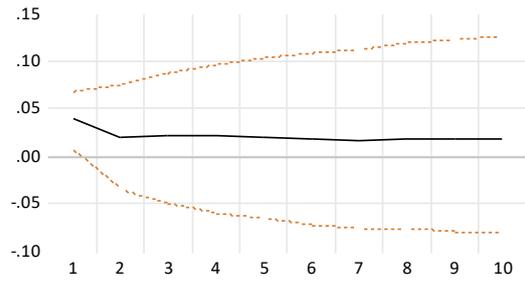
Response of LNPBTC_SA to TAXA_FFR Innovation



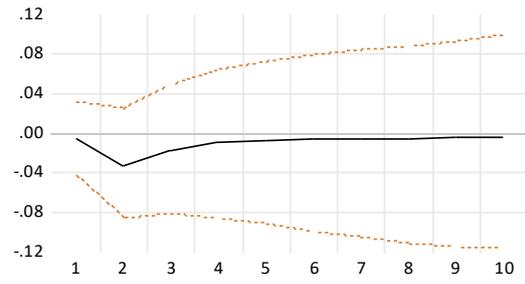
Response of LNPBTC_SA to LNGEPU_PPP_SA Innovation



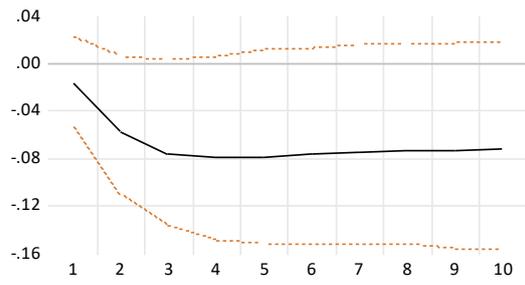
Response of LNPBTC_SA to LNPSP500_REAL_ESTATE_SA Innovation



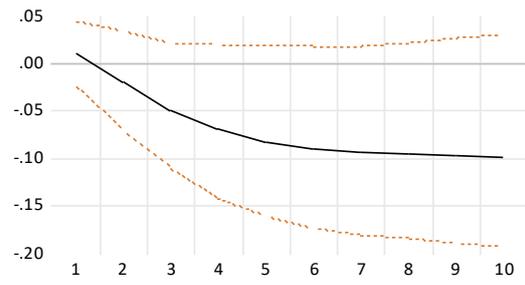
Response of LNPBTC_SA to LNPBOND_SA Innovation



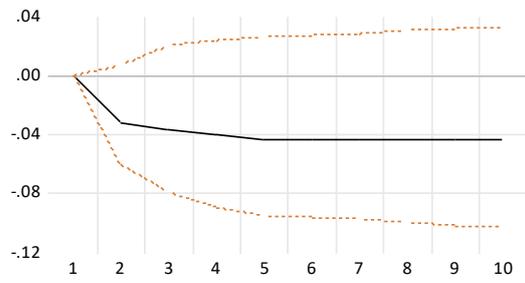
Response of LNPBTC_SA to LNTNE_EUA_SA Innovation



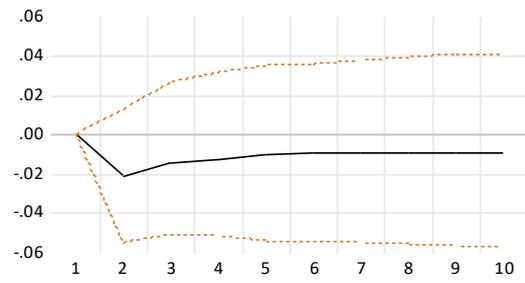
Response of LNPBTC_SA to LNCPI_EUA_SA Innovation



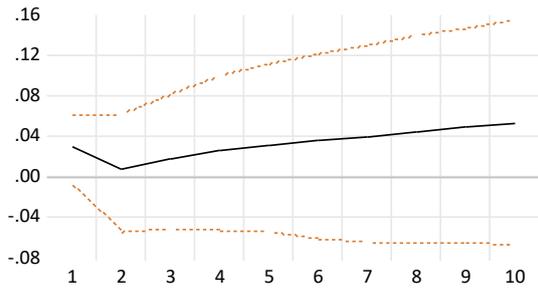
Response of LNPBTC_SA to TAXA_FFR Innovation



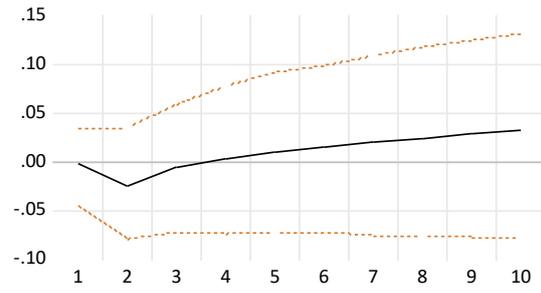
Response of LNPBTC_SA to LNGEPU_PPP_SA Innovation



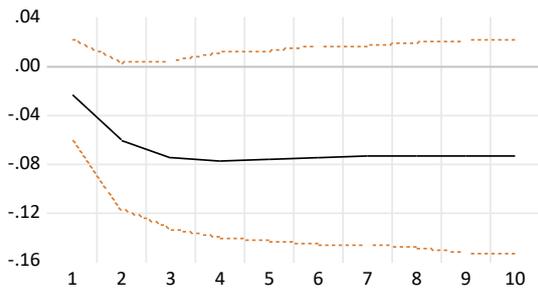
Response of LNPBTC_SA to LNPSP500_UTILITIES_SA Innovation



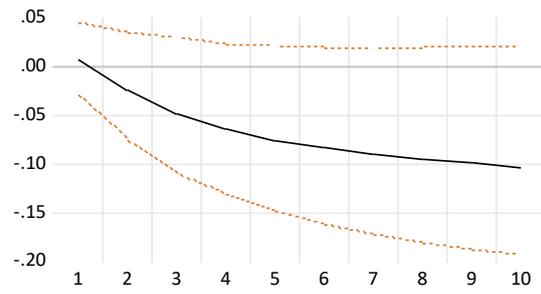
Response of LNPBTC_SA to LNPGOLD_SA Innovation



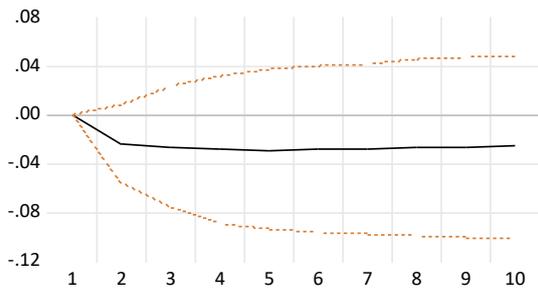
Response of LNPBTC_SA to LNTNE_EUA_SA Innovation



Response of LNPBTC_SA to LNCPI_EUA_SA Innovation



Response of LNPBTC_SA to TAXA_FFR Innovation



Response of LNPBTC_SA to LNNGEPU_PPP_SA Innovation

