Determinantes do preço das criptomoedas

Dissertação de Mestrado

António Borges Barbosa

Mestrado em

Ciências Económicas e Empresariais

Ponta Delgada
2023

Determinantes do preço das criptomoedas

Dissertação de Mestrado

António Borges Barbosa

Orientadores

Prof. Doutor Pedro Miguel Gonçalves Pimentel
Prof. Doutor Gualter Manuel Medeiros do Couto

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências Económicas e Empresariais, com especialização em Finanças e Contabilidade

RESUMO

Ao longo da última década as criptomoedas assistiram a um forte desenvolvimento, tornando-se mais populares entre os investidores. Para o crescimento verificado contribuiu o surgimento de milhares de novas criptomoedas, com caraterísticas diferentes, nomeadamente, em matéria de consumo energético.

Este estudo foca-se, de forma sem precedentes, na análise da formação do preço das criptomoedas, contrapondo os casos da Bitcoin e da *Cardano*, respetivamente uma criptomoeda *dirty* vs uma *clean*.

Neste sentido, além de contrapor os casos das duas moedas, a análise à formação do preço teve em consideração tanto fatores tradicionais da formação do preço de uma moeda (por exemplo: as forças de mercado da procura e da oferta), como determinantes específicos de uma moeda digital (por exemplo: a atratividade do investimento por parte dos investidores).

Assim, através do modelo de Barro (1979) desenvolve-se um modelo econométrico aplicado às criptomoedas, considerando quatro tipos de hipóteses diferenciadas. A fim de testar as referidas hipóteses recolheu-se dados diários compreendidos entre julho de 2018 e junho de 2023.

Através do recurso a métodos de análise de séries temporais encontram-se evidências do impacto comum da procura, da atratividade do investimento e do desenvolvimento de ativos financeiros sustentáveis, a curto prazo, no preço da Bitcoin e da *Cardano*, ainda que com relações distintas. A longo prazo, observam-se poucas variáveis com impacto no preço das criptomoedas. Ainda que com algumas variações ao longo do tempo, os resultados estimados não suportam estudos anteriores relativamente ao impacto a longo prazo do desenvolvimento macroeconómico e financeiro global, e dos ativos financeiros sustentáveis no preço das criptomoedas consideradas.

Palavras-chave: criptomoedas; mercados financeiros; indicadores financeiros; procura e oferta.

ABSTRACT

Over the last decade, cryptocurrencies witnessed a strong development, becoming more popular among investors. This growth has been boosted by the rise of thousands of new cryptocurrencies with different characteristics, including less energy consumption.

This is the first study which focuses on analyzing the price formation of cryptocurrencies, contrasting the cases of Bitcoin and *Cardano*, respectively dirty vs clean cryptocurrencies.

In this sense, in addition to comparing the cases of the two currencies, the analysis of price formation considered both traditional factors in the formation of a currency's price (e.g., demand and supply) and determinants specific to a digital currency (e.g., the attractiveness of the investment for investors).

Four different hypotheses were established based on Barro's (1979) model, which were tested using daily data from July 2018 to June 2023.

Using time series analysis methods, evidence was found of the common impact of demand, investment attractiveness and the development of environmentally sustainable assets in the short run on the price of Bitcoin and *Cardano*, albeit with different relationships. In the long run, there are few variables with an impact on the price of cryptocurrencies. Although with some variations over time, the estimated results do not support previous studies on the long-run impact of global macroeconomic and financial development and environmentally sustainable assets on the price of the cryptocurrencies considered.

Keywords: cryptocurrencies; financial markets; financial indicators; demand and supply.

AGRADECIMENTOS

Um agradecimento especial à minha família e amigos que me apoiaram no desenvolvimento deste trabalho, bem como aos meus orientadores pelo seu apoio e motivação.

Índice

RESUMO ..... **I**
ABSTRACT ..... **II**
AGRADECIMENTOS ..... **III**
LISTA DE TABELAS ..... **V**
LISTA DE FIGURAS ..... **VII**
LISTA DE ABREVIATURAS ..... **VIII**
CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO **1**
CAPÍTULO II - REVISÃO DE LITERATURA **4**
2.1 A origem e a fundamentação das criptomoedas 4
2.2 Criptomoedas *Clean* e *dirty* 5
2.3 Bitcoin 6
2.4 Cardano 7
2.5 Determinantes na formação do preço das criptomoedas 7
2.6 Hipóteses 8
CAPÍTULO III - METODO **15**
3.1 Estacionariedade 15
3.2 Métodos de análise de séries temporais 16
3.2.1 Método dos mínimos quadrados simples (OLS) 16
3.2.2 Método do vetor de correção dos erros (VEC) 17
3.2.3 Método do vetor autorregressivo (VAR) 17
3.2.4 Método autorregressivo dos desfasamentos distribuídos (ARDL) 17
3.3 Teste de cointegração 17
3.3.1 Teste de cointegração de Johansen 18
3.4 Determinação do método 18
CAPÍTULO IV - DADOS E RESULTADOS **21**
4.1 Variáveis e recolha de dados 21
4.2 Evolução do preço da Bitcoin e da *Cardano* 23
4.3 Estacionariedade 25
4.4 Análise de cointegração 27
4.5 Impactos de curto prazo no preço das criptomoedas 31
4.6 Impactos de longo prazo no preço das criptomoedas 38
CAPÍTULO V - CONCLUSÃO **47**
REFERÊNCIAS **52**
ANEXOS **58**

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultados do ADF por período temporal 25
Tabela 2 – Resultados do Teste DF-GLS, por período temporal 26
Tabela 3 – Resultados do Teste ZA, por período temporal 26
Tabela 4 – Resultados do Teste CMR, por período temporal 27
Tabela 5 – Modelos empíricos estimados 28
Tabela 6 – Teste de cointegração de Johansen, aplicado aos modelos com a Bitcoin.... 29
Tabela 7 - Teste de cointegração de Johansen, aplicado aos modelos com a Cardano... 30
Tabela 8 - Impactos a curto prazo nos modelos da Bitcoin, por períodos – número de desfasamentos significativos 32
Tabela 9 - Impactos a curto prazo nos modelos da Cardano, por período – número de desfasamentos significativos 36
Tabela 10 - Efeitos de longo prazo, nos modelos específicos com a Bitcoin, no 1.º período 38
Tabela 11 - Efeitos de longo prazo, nos modelos gerais com a Bitcoin, no 1.º período. 38
Tabela 12 - Efeitos de longo prazo, nos modelos específicos com a Bitcoin, no 2.º período 40
Tabela 13 - Efeitos de longo prazo, nos modelos gerais com a Bitcoin, no 2.º período. 40
Tabela 14 - Efeitos de longo prazo, nos modelos específicos com a Bitcoin, no 3º período 41
Tabela 15 - Efeitos de longo prazo, nos modelos gerais com a Bitcoin, no 3.º período. 41
Tabela 16 - Efeitos de longo prazo, nos modelos específicos com a Cardano, no 1.º período 42
Tabela 17 - Efeitos de longo prazo, nos modelos gerais com a Cardano, no 1.º período 43
Tabela 18 - Efeitos de longo prazo, nos modelos específicos com a Cardano, no 2.º período 44
Tabela 19 - Efeitos de longo prazo, nos modelos gerais com a Cardano, no 2.º período 44
Tabela 20 - Efeitos de longo prazo, nos modelos específicos com a Cardano, no 3.º período 45
Tabela 21 - Efeitos de longo prazo, nos modelos gerais com a Cardano, no 3.º período 46
Tabela A1 - Teste Dickey-Fuller aumentado, aplicado ao 1.º período temporal 58
Tabela A2 - Teste Dickey-Fuller aumentado, aplicado ao 2.º período temporal 59
Tabela A3 - Teste Dickey-Fuller aumentado, aplicado ao 3.º período temporal 60
Tabela A4 - Teste Dickey-Fuller mínimos quadrados, aplicado ao 1.º período temporal 61
Tabela A5 - Teste Dickey-Fuller mínimos quadrados, aplicado ao 2.º período temporal 62
Tabela A6 - Teste Dickey-Fuller mínimos quadrados, aplicado ao 3.º período temporal 63
Tabela A7 - Teste Zivot Andrews aplicado ao 1.º período temporal 64
Tabela A8 - Teste Zivot Andrews aplicado ao 2.º período temporal 65
Tabela A9 - Teste Zivot Andrews aplicado ao 3.º período temporal 66
Tabela A10 - Teste Clemente-Montañés-Reyes aplicado ao 1.º período temporal..... 67
Tabela A11 - Teste Clemente-Montañés-Reyes aplicado ao 2.º período temporal..... 68
Tabela A12 - Teste Clemente-Montañés-Reyes aplicado ao 3.º período temporal..... 69
Tabela A13 - Teste de cointegração de Johansen, completo, aplicado aos modelos com a Bitcoin 70
Tabela A14 - Teste de cointegração de Johansen, completo, aplicado aos modelos com a *Cardano* 71

Tabela A15 - Impactos a curto prazo nos modelos específicos (H1) com a Bitcoin, aplicado ao 1.º período temporal 72
Tabela A16 - Impactos a curto prazo nos modelos específicos (H2-H4) com a Bitcoin, aplicado ao 1.º período temporal 73
Tabela A17 - Impactos a curto prazo nos modelos gerias com a Bitcoin, aplicado ao 1.º período temporal 74
Tabela A18 - Impactos a curto prazo nos modelos específicos (H1) com a Bitcoin, aplicado ao 2.º período temporal 75
Tabela A19 - Impactos a curto prazo nos modelos específicos (H3-H4) com a Bitcoin, aplicado ao 2.º período temporal 76
Tabela A20 -Impactos a curto prazo nos modelos gerias com a Bitcoin, aplicado ao 2.º período temporal 77
Tabela A21 - Impactos a curto prazo nos modelos específicos (H1) com a Bitcoin, aplicado ao 3.º período temporal 78
Tabela A 22 - Impactos a curto prazo nos modelos específicos (H2-H4) com a Bitcoin, aplicado ao 3.º período temporal 79
Tabela A23 - Impactos a curto prazo nos modelos gerias com a Bitcoin, aplicado ao 3.º período temporal 80
Tabela A24 - Impactos a curto prazo nos modelos específicos (H1) com a Cardano, aplicado ao 1.º período temporal 80
Tabela A25 - Impactos a curto prazo nos modelos específicos (H2-H4) com a Cardano, aplicado ao 1.º período temporal 81
Tabela A26 - Impactos a curto prazo nos modelos gerias com a Cardano, aplicado ao 1.º período temporal 82
Tabela A27 -Impactos a curto prazo nos modelos específicos (H1) com a Cardano, aplicado ao 2.º período temporal 83
Tabela A28 - Impactos a curto prazo nos modelos específicos (H2-H4) com a Cardano, aplicado ao 2.º período temporal 84
Tabela A 29 - Impactos a curto prazo nos modelos gerias com a Cardano, aplicado ao 2.º período temporal 85
Tabela A30 - Impactos a curto prazo nos modelos específicos (H1) com a Cardano, aplicado ao 3.º período temporal 87
Tabela A 31 - Impactos a curto prazo nos modelos específicos (H2-H4) com a Cardano, aplicado ao 3.º período temporal 88
Tabela A32 - Impactos a curto prazo nos modelos gerias com a Cardano, aplicado ao 3.º período temporal 89

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução do preço da Bitcoin 24
Figura 2 - Evolução do preço da *Cardano* 24

LISTA DE ABREVIATURAS

ADF – *Augmented Dickey-Fuller*
AIC – *Akaike Information Criterion*
AO – *Additive Outliers*
ARDL - *Autoregressive distributed lag*
CMR - *Clemente Montañés and Reyes*
DF-GLS - *Dickey-Fuller Generalized Least Squares*
IO – *Innovation Outliers*
NASDAQ - *National Association of Securities Dealers Automated Quotations*
NYSE - *New York Stock Exchange*
OLS - *Ordinary least squares*
PoS – *Proof of Stake*
PoW – *Proof of Work*
USD – *United States Dollar*
EUR - Euro
VAR – *Vector Autoregressive*
VEC - *Vector Error-Correction*
ZA – *Zivot Andrews*

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO

Ao longo dos últimos anos surgiu um vasto leque de criptomoedas, sendo a mais proeminente a Bitcoin, tanto ao nível do desenvolvimento do preço como da respetiva volatilidade. De facto, as criptomoedas podem ser utilizadas como um subterfúgio ao ouro, devido à sua tecnologia blockchain inovadora, descentralização, funcionalidade de reserva de valor, alta divisibilidade e capacidade de resiliência de preço durante períodos de crise (Shahzad et al., 2020).

Concomitantemente com o crescimento do mercado associado às criptomoedas, em geral, altamente consumidoras de energia, tem-se assistido a um agravamento das preocupações associadas com as alterações climáticas, um dos problemas mais sérios enfrentados pela humanidade. Neste sentido, diversos investidores procuram dar prioridade às criptomoedas verdes em detrimento das criptomoedas convencionais (Ren & Lucey, 2022), podendo dar origem a discrepâncias entre o preço das criptomoedas convencionais, tais como a Bitcoin e a *Ethereum*, e as criptomoedas verdes, tais como a *Cardano*, a *Ripple*, e a *Stellar* (Haq et al., 2023).

As diferenças verificadas entre as duas tipologias de criptomoedas analisadas, bem como os fatores específicos associados às mesmas sugerem a existência de determinantes específicos na formação do seu preço e diferenças entre estas e as moedas em geral.

Neste sentido, o objetivo primordial deste trabalho passa pela identificação dos principais determinantes do preço das criptomoedas e possíveis diferenças entre as *dirty* e as *clean*, recorrendo para tal aos casos da Bitcoin e da *Cardano*.

Neste sentido, além de contrapor os casos das duas moedas, a análise à formação do preço teve em consideração tanto fatores tradicionais da formação do preço de uma moeda (por exemplo: as forças de mercado da procura e da oferta), como determinantes específicos de uma moeda digital (por exemplo: a atratividade do investimento por parte dos investidores). Deste modo, foi possível analisar a influência de cada fator no preço das criptomoedas, considerando, em simultâneo a presença dos restantes fatores, ultrapassando possíveis enviesamentos devida a uma análise isolada.

Através do modelo de Barro (1979) desenvolve-se um modelo econométrico aplicado às criptomoedas, considerando quatro tipos de hipóteses diferenciadas. A fim de testar as referidas hipóteses recolheu-se dados diários compreendidos entre julho de 2018 e junho de 2023.

Com base em métodos de análise de séries temporais encontram-se evidências do impacto comum da procura, da atratividade do investimento e do desenvolvimento de ativos financeiros sustentáveis, a curto prazo, no preço da Bitcoin e da *Cardano*, ainda que com relações distintas. A longo prazo, observam-se poucas variáveis com impacto no preço das criptomoedas. Ainda que com algumas variações ao longo do tempo, os resultados estimados não suportam estudos anteriores relativamente ao impacto a longo prazo do desenvolvimento macroeconómico e financeiro global, e dos ativos financeiros sustentáveis no preço das criptomoedas consideradas.

Fundamentado nos resultados alcançados é possível concluir a complexidade e a importância crescente das criptomoedas nos domínios social, económico e organizacional. Em termos sociais, é possível observar a crescente consciencialização ambiental, a qual está a influenciar as decisões de investimento em criptomoedas. Adicionalmente, a partir das especulações de curto prazo pode explicar-se uma fração da volatilidade do mercado das criptomoedas.

No âmbito económico tem-se a importância da diversificação do portfólio de investimentos em criptomoedas, considerando as diferentes respostas das criptomoedas a variações nos determinantes de preço observados. A nível organizacional, as principais implicações a considerar prendem-se com a melhor facilidade para investidores e organizações avaliarem os riscos associados a diferentes criptomoedas. Adicionalmente, baseado no presente estudo, é possível verificar a possibilidade da existência de um incentivo para o desenvolvimento de criptomoedas mais sustentáveis.

O estudo realizado pode, assim, contribuir para o conhecimento da comunidade científica, dos investidores, dos reguladores e de outros interessados no mercado das criptomoedas, que permanece em constante mutação. Em primeiro lugar, no que respeita ao conhecimento científico, foi possível retirar algumas ilações acerca da complexidade do mercado das criptomoedas e da influência da sustentabilidade no preço das criptomoedas *clean*, contribuindo para a literatura em finanças sustentáveis. Ainda a referir, o contributo do presente estudo para a importância da diversificação do portfólio de investimento e as evidências sobre a volatilidade do preço das criptomoedas, a curto prazo, motivadas por informações online.

Em segundo lugar, ao nível dos mercados e dos investidores, destaca-se o auxílio prestado aos investidores a compreender melhor os fatores que podem influenciar o preço das criptomoedas e, assim, tomar decisões de investimento mais informadas. E por último, ao nível de possíveis implicações para reguladores, de salientar o contributo do

presente trabalho para o desenvolvimento de políticas que promovam a transparência e a estabilidade do mercado, e para o desenvolvimento de medidas para proteger os investidores e a estabilidade financeira.

No seguimento do corrente capítulo introdutório, seguem-se quatro capítulos. O segundo capítulo diz respeito à revisão de literatura, sendo abordada a origem das criptomoedas, seguida de uma breve contextualização da diferença entre as duas tipologias de criptomoedas consideradas, e em particular das duas moedas estudadas. Ainda no decorrer deste capítulo formulam-se as hipóteses testadas, com base nos estudos previamente desenvolvidos. O terceiro capítulo detalha a metodologia adotada neste estudo. No quarto capítulo são discriminados os dados recolhidos, seguindo-se a apresentação dos resultados e a respetiva discussão. Por último, o quinto capítulo apresenta as principais conclusões alcançadas, bem como as principais limitações identificadas e possíveis orientações para investigações futuras.

CAPÍTULO II - REVISÃO DE LITERATURA

Este capítulo incide numa breve contextualização histórica da criação das criptomoedas do seu crescimento, e da diferença entre as criptomoedas *clean* e as *dirty*. Por fim, apresentam-se os vários fundamentos e justificações presentes na literatura relativamente aos condicionantes na formação do seu preço.

2.1 A origem e a fundamentação das criptomoedas

O conceito de criptomoedas foi introduzido no mercado no fim da primeira década dos anos 2000 como um ato contra os sistemas bancário e monetário fortemente centralizados. O lançamento da primeira criptomoeda surgiu como uma resposta à crise financeira global de 2008, motivado pela pouca confiança sentida à época nas principais instituições governamentais e financeiras dos Estados Unidos da América (Bariviera et al., 2017).

Em 2008, Satoshi Nakamoto introduziu a Bitcoin, um sistema de transações eletrónicas *peer-to-peer* que substitui o dinheiro de papel e de plástico por criptomoedas. As criptomoedas baseiam-se na tecnologia *blockchain*, que permite transações eletrónicas dependentes da criptografia e não da confiança num terceiro verificador (Nakamoto, 2008). Um ativo virtual baseado na tecnologia blockchain é criado como um objeto (*token*) seguro do ponto de vista tipográfico. Dependendo da natureza, quando o *token*, comummente designado por criptomoeda, gera o valor de compra e troca, mantém um carácter monetário digital. A moeda criptográfica é um tipo de ativo digital concebido para ser utilizado como meio de troca, que aumenta a segurança das transações, controla a emissão de moeda e certifica a transação ou a circulação de ativos (Bakar, Rosbi, & Uzaki, 2017).

Desta forma foi possível não só eliminar o papel das instituições financeiras como agente intermediário, mas também reduzir os custos inerentes à realização de transações e pagamentos (Jalal, Alon, & Paltrinieri, 2021). Parafraseando Adebola, Gil-Alana, & Madigu (2019), os baixos custos de transação e as redes de transação *peer-to-peer* tornaram as criptomoedas mais populares entre os utilizadores, aumentando rapidamente a sua dimensão de mercado, resultando no crescimento exponencial de entidades que aceitam a Bitcoin como um meio de pagamento. Este rápido crescimento desencadeou um elevado volume de transações, bolhas de mercado e uma elevada volatilidade.

Segundo Yuneline (2019), existem mais de 2500 criptomoedas transacionadas no mercado de câmbio, constituindo um novo ecossistema de tecnologia *blockchain*.

2.2 Criptomoedas *Clean* e *dirty*

A sustentabilidade apresenta-se cada vez mais como uma preocupação expressa pelos decisores políticos e pelos investidores nos mercados financeiros (Mishra & Kaushik, 2021; Wiek & Weber, 2014). De acordo com Khalil & Nimmanunt (2022) e Tuhkanen & Vulturius (2020), as referidas preocupações, conjuntamente com o fenómeno das alterações climáticas têm conduzido a um aumento da opção por investimentos verdes, por parte dos investidores, com vista a melhores retornos financeiros, sociais e ambientais.

O rápido desenvolvimento do mercado das criptomoedas contribuiu para que esta tipologia de ativo fosse cada vez mais procurada. Não obstante o referido crescimento, em especial das criptomoedas que utilizam o sistema Proof-of-Work (PoW), altamente consumidor de energia, tem gerado uma crescente preocupação relativamente aos elevados danos ambientais gerados por estes sistemas (Corbet & Yarovaya, 2020).

Mora et al. (2018), realçam que as emissões de carbono resultantes do uso crescente da Bitcoin, a criptomoeda mais transacionada, pode isoladamente ser responsável pelo aumento da temperatura média global em 2 graus celsius, no decorrer dos próximos trinta anos. Segundo os referidos autores o consumo de energia anual somente da Bitcoin é superior ao consumo da Polónia, realçando que o consumo energético de cada transação desta moeda é estimado em aproximadamente 1834,02 kW/h, equivalente ao consumo médio de eletricidade de uma família americana durante 62 dias. Importa salientar que, estes consumos se devem ao mecanismo de blockchain tipicamente utilizado nas moedas semelhantes à Bitcoin, o PoW, anteriormente mencionado.

Segundo Schinckus (2021) a comunidade científica tem enfatizado a urgência de se reduzir as atividades de extração das criptomoedas e adotar algoritmos distintos dos PoW utilizados.

Corbet, Lucey, & Yarovaya (2021) e Gallersdorfer, Stoll, & Klaaßen (2020) sublinham que a escolha futura dos subscritores destes ativos não irá recair em criptomoedas consumidoras intensivas de energia, mas pelo contrário, sobre algoritmos energeticamente eficientes.

Esta alteração é visível pelo lançamento da *Ethereum 2.0*, transitando de um modelo PoW para um modelo *Proof of Shake* (PoS), que possui um *hardware* que requer

significativamente menos energia que o do PoW. É estimado que esta alteração possa reduzir o consumo energético em 99,95% (Sharif et al., 2023).

Concomitante com a *Ethereum* uma inteira nova geração de criptomoedas tem surgido ao logo dos últimos anos, tais como a *Cardano*, a *Polkadot*, a *EOS*, e a *Cosmos* que implementaram a sua versão do PoS. A esta nova geração de moedas foi atribuída a designação de *clean* criptomoedas, antagonicamente, às criptomoedas que não são *environmentally friendly* é acrescentado o prefixo *dirty*, uma resposta à tendência para uma indústria mais verde. (Sharif et al., 2023)

2.3 Bitcoin

Decorreram mais de 14 anos desde o lançamento da Bitcoin, a primeira criptomoeda baseada na tecnologia *bolckchain*, permitindo a transferência de valor pela Ethernet, em tempo recorde, de forma segura, anonima e descentralizada. (Bejan, Bucerzan, & Crăciun, 2023).

Para Frisby (2014) a Bitcoin apresenta caraterísticas da moeda fiduciária, possuindo benefícios adicionais. A sua resiliência, divisibilidade, portabilidade, elevada liquidez, e baixos custos de transação dotam-na de uma maior capacidade de circulação no mercado.

Segundo Lin, Liao, & Tsai (2022) a descentralização da moeda está associada ao seu sistema de funcionamento, ao contrário das moedas tradicionais onde se verifica um banco central responsável pela emissão e gestão da moeda.

Para os referidos autores a moeda criada por Satoshi Nakomoto pode ainda evitar os efeitos da inflação através da interferência humana. Relativamente às transações efetuadas com esta moeda, além da anonimidade e dos baixos custos de cada transação, a rede de transações funciona com base num sistema *peer-to-peer*, uma tecnologia sem um servidor central, em que cada utilizador tem a mesma capacidade de trocar informações. Esta metodologia permite evitar falsificações.

Como instrumento de reserva de valor, o crescimento do mercado da Bitcoin é limitado por definição, assemelhando-se ao sucedido com os metais preciosos (Zhang, 2023). O número máximo de bitcoins foi fixado desde a sua criação em 21 milhões, tendo sido, atualmente, emitidas cerca de 19 milhões de Bitcoins, de forma virtual (Kraterou & Solomons, 2022). Prevê-se que a criação das últimas moedas ocorra no ano de 2140 (Bloomenthal, 2022).

2.4 Cardano

Cardano é uma das mais recentes criptomoedas, introduzida no mercado em 2017, objetivando a concretização de mudanças positivas no mundo, redistribuição do poder das estruturas para os indivíduos, criando uma sociedade mais igualitária e segura (Cardano Organisation)

Jalal et al. (2021) estudam as criptomoedas que se seguiram à Bitcoin, comumente conhecidas como "Altcoins" (*alternative coin*), divididas em duas categorias, uma referente às moedas que seguem os protocolos de fonte aberta da Bitcoin com pequenas alterações nos códigos subjacentes, e outra com protocolos de fonte independente com registos distribuídos independentes. A *Cardano* enquadra-se na segunda categoria.

Contrariamente à Bitcoin, a *Cardano* utiliza um sistema PoS, com um forte impacto na redução do consumo energético como anteriormente referido.

As várias alterações introduzidas pela *Cardano* tiveram um forte impacto nas gerações de criptomoedas antecessoras de várias formas, resultando numa perceção generalizada da presente, como uma criptomoeda do futuro, particularmente em comparação com Bitcoin.

No início de 2023 a *Cardano* posicionava-se como a nona criptomoeda com maior expressividade entre as várias criptomoedas existentes, considerando a valorização de mercado. Contudo, recuando a setembro de 2021 é possível observar que a referida moeda ocupava o terceiro lugar do pódio, somente antecedida pela Bitcoin e pela *Ethereum* (Anderson, 2023). Em ambos os espaços temporais, a *Cardano* posicionava-se como a criptomoeda *clean* com maior valorização.

2.5 Determinantes na formação do preço das criptomoedas

O sistema de formação de preços das criptomoedas pode ser analisado recorrendo à versão aumentada do modelo do ouro padrão de Barro (1979). Neste sentido, para efeitos de comparabilidade considera-se o stock da base monetária de uma criptomoeda, em substituição de uma moeda fiduciária tradicional controlada por um banco central, tal como o dólar. Concomitantemente, assume-se que os utilizadores precisam de converter as criptomoedas em dólares ou em outras moedas tradicionais, uma vez que operam em economias que utilizam moedas tradicionais para a compra de bens e serviços.

Considere-se que C representa o número total de unidades de uma determinada criptomoeda em circulação e P^C traduz a taxa de câmbio da referida criptomoeda, medida

numa determinada moeda, como por exemplo o dólar. A oferta monetária total da referida moeda (M^S) pode ser expressa através do produto de $C.P^C$, como se observa na Equação (1). (Ciaian, Rajcaniova, & Kancs, 2016)

$$M^S = C.P^C \tag{1}$$

Por outro lado, a procura de uma determinada criptomoeda em circulação, denominada em dólar, M^D, assume-se que dependa do nível geral dos preços dos bens e serviços, P, o tamanho da economia da referida moeda digital, G, e da sua velocidade de circulação. A velocidade de circulação, V, mede a frequência com que uma unidade de moeda é utilizada para adquirir bens e serviços, dependendo do seu custo de oportunidade (exemplo: inflação, taxas de juro). A Equação (2) traduz a relação apresentada.

$$M^D = \frac{P.G}{V} \tag{2}$$

O equilíbrio entre a oferta da referida criptomoeda (Equação (1)) e a procura da mesma (Equação (2)) implica o preço de equilíbrio expresso na Equação (3).

$$P^C = \frac{P.G}{V.C} \tag{3}$$

A relação apresentada implica que o preço da criptomoeda decresce em relação à velocidade e ao número de unidades da criptomoeda em circulação, todavia aumenta perante a capitalização da moeda e o nível geral de preços.

Importa salientar que, na relação de equilíbrio apresentada na Equação (3) algumas variáveis, como o preço da criptomoeda, P^C, o nível geral de preços de bens e serviços, P, e a dimensão da economia, G, ajustam-se simultaneamente, o que pode resultar em problemas de endogeneidade aquando da estimação econométrica da relação entre o preço da criptomoeda, e as restantes variáveis. Aplicando um modelo de regressão, a substituição de variáveis no membro direito da equação, considerando a endogeneidade das diversas variáveis, viola o pressuposto de exogeneidade de uma equação de regressão. A fim de ultrapassar a problemática da endogeneidade recorreu-se a mecanismos de análise de séries temporais.

2.6 Hipóteses

Com base no modelo para o ouro de Barro (1979) apresentado no subcapítulo anterior, bem como algumas conclusões dos estudos empíricos anteriores (Buchholz et al., 2012; Kristoufek, 2013; Wijk, 2013; Ciaian et al., 2016; Bouoiyour & Selmi, 2015) é possível observar diversas hipóteses explicativas da formação do preço de uma criptomoeda (1)

forças de mercado da oferta e da procura de uma criptomoeda, (2) atratividade de uma criptomoeda para os investidores, (3) desenvolvimentos macroeconómicos e financeiros globais, e (4) ativos financeiros sustentáveis.

Hipótese 1 (H1): o preço da criptomoeda depende das forças de mercado

Para Buchholz et al.(2012) e Bouoiyour & Selmi (2015) um dos principais influenciadores do preço da Bitcoin (principal criptomoeda presente no mercado) respeita às interações entre a procura e a oferta no mercado da criptomoeda. A procura de uma criptomoeda é dada, em primeiro lugar, pelo seu valor como um meio de troca para bens e serviços. A principal diferença entre a procura do ouro e de uma criptomoeda é que na criptomoeda este indicador é dado pelo seu valor numa troca futura, enquanto no caso do ouro a procura é derivada tanto do seu valor de troca futuro, como do seu valor intrínseco (Ciaian et al., 2016). No que diz respeito à oferta da moeda, esta é dada pelo stock da moeda em circulação, a qual é conhecida e predefinida (fixa) a longo prazo. Importa salientar que, segundo os referidos autores, a oferta da Bitcoin é uma variável exógena, ao contrário do sucedido no modelo do ouro de Barro (1979), onde a referida *commodity* apresenta uma oferta endógena, considerando que a mesma está dependente de alterações na tecnologia implícita ao seu processo produtivo e do retorno efetivo.

Considerando o exposto é possível reescrever a Equação (3) de acordo com o modelo empírico aplicado às duas criptomoedas em análise (Bitcoin e *Cardano*).

$$p_t^C = \beta_0 + \beta_1 p_t + \beta_2 g_t + \beta_3 v_t + \beta_4 b_t + \in_t \qquad (4)$$

Onde, p_t representa o nível geral de preços de bens e serviços, g_t a dimensão da economia, v_t a velocidade de circulação da criptomoeda, b_t o stock total de Bitcoins em circulação e $\in_t$ representa os erros da regressão. Considerando a linha de pensamento seguida em Barro (1979), espera-se que β_1e β_2 sejam positivos, enquanto β_3e β_4 sejam negativos. Além disso, dado que a oferta de Bitcoins é largamente predefinida, o stock total de Bitcoins em circulação, b, é uma variável semi-exógena, o que implica que o impacto do coeficiente β_4 no preço da Bitcoin deve ser pequeno e/ou estatisticamente insignificativo.

Hipótese 2 (H2): o preço da criptomoeda depende da atratividade do investimento

O surgimento relativamente recente das criptomoedas, em especial quando comparado com as moedas fiduciárias comuns, como o dólar, contribuiu para o estudo de outros fatores determinantes do investimento em criptomoedas, em particular na Bitcoin,

além da procura e da oferta da respetiva moeda (Barber et al., 2012; Buchholz et al., 2012; Kristoufek, 2013; Wijk, 2013; Bouoiyour & Selmi, 2015).

Extremamente volátil, o preço de uma criptomoeda pode ser afetado pelo seu risco e pelo seu sistema como um todo (Ciaian et al., 2016). De facto, as criptomoedas sendo moedas fiduciárias não possuem um valor intrínseco derivado do consumo ou da sua utilização no processo produtivo, como se verifica no ouro. De acordo com Greco (2001), o valor de uma moeda fiduciária reside na confiança existente que a referida moeda terá valor no futuro, constituindo um meio de troca no futuro.

As expectativas relativas ao futuro e a aceitação são caraterísticas particularmente relevantes nas criptomoedas dado o seu caráter recente, e o facto de ainda se estarem a estabelecer no mercado através de uma relação de confiança e credibilidade entre os investidores. Para Albayati, Kim, & Rho (2020), o risco é realçado pelos investidores como a maior preocupação relativamente à tecnologia *blockchain*, sendo para tal necessário fortalecer a confiança na referida tecnologia, de modo a fomentar o crescimento competitivo destas moedas. Haverá ainda a referir que, a importância de relação de confiança é ainda mais reforçada pelo facto de as transações das criptomoedas terem lugar exclusivamente no Ethernet. Esta peculiaridade torna estas moedas suscetíveis a ciberataques, que ocorreram com frequência no passado com o sistema da Bitcoin, abalando a confiança no sistema (Barber et al., 2012; Moore & Christin, 2013). A título de exemplo, Ciaian et al. (2016) relatam o colapso de uma das maiores plataformas de transações de Bitcoin, a MtGox em 2014 após um ciberatque que levou à perda de 850 mil bitcoins, culminando numa perda da atratividade da criptomoeda. Por outro lado, os referidos autores mencionam que notícias positivas sobre as criptomoedas, tal como um *upgrade* no sistema de segurança com a finalidade de melhorar o *software* da rede de transações, resultam numa melhoria da atratividade das moedas.

Segundo Gervais, Kaniel, & Mingelgrin (2001); Grullon, Kanatas, & Weston (2004); e Barber & Odean (2008), a intenção de investimento de potenciais investidores pode ser afetada por um acréscimo ou decréscimo das notícias acerca de uma determinada oportunidade de investimento, reforçando a ideia mencionada relativamente às criptomoedas.

De facto, as informações acerca de uma determinada oportunidade de investimento desempenham um papel importante na tomada de decisão dos investidores, na medida em que, os custos associados à pesquisa por informações adicionais relativas à intenção de investimento podem potenciar a escolha dos investidores por ativos sobre os quais existe

mais informação disponível, em particular quando estas são difundidas pelos meios de comunicação social e na Ethernet, reduzindo os custos de pesquisa (Ciaian et al., 2016).

Segundo Glaser, et al. (2014) a motivação dos utilizadores para investir em Bitcoin e a sua intenção de recolher informação sobre este ativo tem um impacto significativo no seu preço. Adicionalmente, Kristoufek (2018) realça que o surgimento de notícias positivas ou negativas causa variações no preço da criptomoeda, sendo que o sinal de variação no preço depende do tipo de informação que domina os meios de comunicação social num determinado momento. Para o autor a atratividade do investimento desempenha um papel mais significativo e importante na determinação do preço do que a oferta e a procura.

Neste sentido, de modo a incluir a atratividade do investimento numa determinada criptomoeda como fator determinante do preço, apresenta-se a Equação (5) com o modelo a estimar reformulado.

$$p_t^C = \beta_0 + \beta_1 p_t + \beta_2 g_t + \beta_3 v_t + \beta_4 b_t + \beta_5 a_t + \in_t \qquad (5)$$

O termo a_t na Equação (5) respeita à atratividade do investimento. No seguimento do apresentado anteriormente, o coeficiente de β_5 pode ser negativo ou positivo, consoante o cariz abonatório ou não da atenção captada.

Hipótese 3 (H3): o preço da criptomoeda depende dos desenvolvimentos financeiros e macroeconómicos globais

O impacto do desenvolvimento macroeconómica e financeiro global na variação do preço da bitcoin foi testado por vários autores nos últimos anos. Wijk (2013), testa o impacto de diversas variáveis globais, tais como índices bolsistas, taxas de câmbio e o preço do petróleo, no preço da Bitcoin. O referido estudo sugere que uma evolução positiva da economia norte americana pode gerar efeitos positivos no preço da Bitcoin.

Para Ciaian et al. (2016) os indicadores macroeconómicos e financeiros globais podem exercer influência no preço da Bitcoin por diversos motivos, nomeadamente, os índices das bolsas de valores podem refletir a evolução macroeconómica e financeira da economia mundial. Adicionalmente, o desenvolvimento económico favorável pode fomentar a utilização das criptomoedas de uma forma geral, reforçando assim a sua procura, o que pode ter um impacto positivo no seu preço.

À semelhança das variáveis apresentadas, também a inflação e os índices de preços representam o comportamento financeiro e macroeconómico global. O preço do petróleo exerce uma influência considerável na pressão sobre a procura e os custos, indiciando potenciais flutuações no nível geral dos preços, o que pode resultar numa depreciação (ou

apreciação) do preço das criptomoedas (Palombizio & Morris, 2012). Para Bouoiyour, Selmi, & Tiwari (2014) as alterações no nível geral dos preços afetam negativamente o rendimento real, o que dificulta o investimento em criptomoedas por parte dos investidores.

De acordo com Dimitrova (2005), pode existir uma relação negativa entre o preço de uma moeda e indicadores macroeconómicos. A título de exemplo, uma quebra no mercado bolsista pode incentivar os investidores estrangeiros a vender os ativos financeiros que detêm, o que por sua vez, pode levar a uma depreciação da respetiva moeda, mas pode estimular o preço da Bitcoin, se os investidores substituírem o investimento em ações pelo investimento em Bitcoin. Na globalidade, o rendimento dos investidores bolsistas pode captar os custos de oportunidade do investimento em Bitcoin. Por conseguinte, espera-se que os índices das bolsas de valores estejam positivamente relacionados com o preço das criptomoedas.

Adicionalmente, há autores que não encontram evidências de uma relação causal entre as variáveis macroeconómicas e o preço da Bitcoin (Guizani & Nafti, 2019; Dyhrberg, 2016). Polasik et al. (2015) concluem que a correlação entre o retorno da Bitcoin e as flutuações das moedas soberanas era fraca e estatisticamente insignificante. Por sua vez, Ciaian et al. (2016) ao incluírem variáveis de procura e atratividade no seu modelo concluíram que não existia relevância estatística significativa de fatores macroeconómicos como o índice *Dow Jones* e os preços do petróleo e sugeriram que a especulação era o principal fator de variação dos preços.

Não obstante o trabalho presente na literatura, a maioria dos estudos desenvolvidos centram-se na Bitcoin, não havendo estudos relativos ao preço da *Cardano*.

Neste seguimento, de modo que o desenvolvimento financeiro e macroeconómico global esteja contemplado como fator determinante do preço de uma criptomoeda, apresenta-se a Equação (6) com o modelo reformulado.

$$p_t^C = \beta_0 + \beta_1 p_t + \beta_2 g_t + \beta_3 v_t + \beta_4 b_t + \beta_5 a_t + \beta_6 m_t + \in_t \qquad (6)$$

O termo m_t na Equação (6) diz respeito aos indicadores macroeconómicos e financeiros. Assim, considerando o descrito, o coeficiente de β_6 pode ser negativo ou positivo.

Hipótese 4 (H4): o preço da criptomoeda depende dos ativos financeiros sustentáveis

Ao longo dos últimos anos o crescimento das preocupações ambientais motivados pelas alterações climáticas motivaram o surgimento da agenda global para o

desenvolvimento sustentável. Como demonstrado anteriormente, também motivado por esta preocupação, surgiram as criptomoedas *clean* energeticamente eficientes.

Não obstante as pesquisas desenvolvidas envolvendo criptomoedas e o desenvolvimento significativo do mercado da energia verde, poucos trabalhos têm-se focado na relação existente entre as criptomoedas e o mercado da energia verde. Atualmente, a ligação entre a volatilidade do mercado das criptomoedas e os ativos financeiros verdes está a ser cada vez mais estudada (Kamal & Hassan, 2022).

Ainda recentemente Symitsi & Chalvatzis (2018) estudaram a relação entre a Bitcoin e índices de ações de empresas de energia verde, de combustíveis e de tecnologia, tendo detetado uma repercussão a longo prazo entre a bitcoin e os mercados energéticos e uma repercussão a curto prazo entre os mercados tecnológicos e a bitcoin, baseado num modelo VARGARCH multivariado assimétrico. Haq et al. (2023) analisaram a relação entre dois índices sustentáveis, o *S&P Green Bonds* e o *Dow Jones Sustainability World*, e várias moedas *clean,* tais como a *Cardano*, a *Solar Coin*, a *Ripple,* a *Stellar* e a *BitGreen* tendo concluído que as referidas criptomoedas tinham um impacto positivo ao nível da sustentabilidade.

Sharif et al. (2023) verificaram uma relação de interdependência agregada dinâmica entre os principais índices sustentáveis e diversas *clean* e *dirty* criptomoedas, tendo concluído que, ainda que a mesma se verifique nas duas tipologias, a conetividade global nas criptomoedas sujas não é tão elevada como nas criptomoedas limpas.

Por sua vez, Huang & Urquhart (2023) analisam a existência de uma relação dinâmica de dependência entre a Bitcoin e ativos sustentáveis, com recurso a um modelo *Vector Autoregressive* (VAR) de parâmetros variáveis no tempo, tendo concluído a inexistência de uma relação de dependência durante o período da pandemia da COVID-19. Como variáveis representativas da evolução de ativos sustentáveis, à semelhança do verificado, os autores consideram quatro índices sustentáveis o *Dow Jones Sustainability World Index*, o *S&P ESG Leader Index*, o *S&P Green Bond Index* e o *S&P Global Clean Energy Index*.

Ainda que recentemente se verifique uma maior concentração de estudos envolvendo a relação das criptomoedas, sejam elas *clean* ou *dirty* não está presente na literatura um estudo relativo à formação do preço das criptomoedas considerando simultaneamente determinantes tradicionais do preço de uma moeda, fatores específicos das moedas digitais, forças de mercado e o impacto de ativos verdes.

Assim sendo, a Equação (7) apresenta o modelo estimado, incorporando a evolução dos ativos verdes como fator determinante do preço de uma criptomoeda.

$$p_t^C = \beta_0 + \beta_1 p_t + \beta_2 g_t + \beta_3 v_t + \beta_4 b_t + \beta_5 a_t + \beta_6 m_t + \beta_7 s_t + \in_t \qquad (7)$$

O termo s_t na Equação (7) diz respeito aos ativos sustentáveis. Considerando o descrito, o coeficiente de β_7 pode ser negativo ou positivo.

Ao longo do presente capítulo apresentou-se um périplo pela formação das criptomoedas, em especial as duas moedas estudadas, seguindo-se uma breve diferenciação entre as criptomoedas *clean* e as *dirty*. Finalmente, foram expostas as várias hipóteses explicativas presentes na literatura, relativamente à formação do preço das criptomoedas, possibilitando a definição de um modelo econométrico.

CAPÍTULO III - MÉTODO

Neste capítulo, é apresentada a metodologia a seguir desde a fase de pré-estimação até à fase de pós-estimação dos modelos, incidindo nas várias etapas necessárias para estudar a formação do preço da Bitcoin e da *Cardano* e averiguar possíveis diferenças entre as mesmas.

As hipóteses explicativas derivadas no capítulo anterior apresentam concomitantemente, variáveis independentes, designadamente o preço da Bitcoin e da *Cardano*, e as suas variáveis explicativas. De acordo com Lütkepohl & Krätzig (2004), a estimação de relações interdependentes não lineares entre séries temporais interdependentes na presença de variáveis mutuamente correlacionadas está sujeita a possíveis enviesamentos de endogeneidade. Para os referidos autores o problema da endogenidade pode ser ultrapassado recorrendo ao modelo VAR multivariado, para analisar a causalidade entre séries temporais endógenas.

Segundo Engle & Granger (1987) a estimação de uma regressão de séries temporais interdependentes e não estacionárias pode conduzir a resultados falaciosos. A fim de evitar resultados enviesados é necessário testar as propriedades das séries temporais.

3.1 Estacionariedade

Numa primeira abordagem pretendeu-se testar se as séries temporais a considerar são estacionárias. Para tal recorreu-se a quatro testes de raiz unitária, nomeadamente o teste *Augmented Dickey-Fuller* (ADF), o teste *Dickey-Fuller Generalized Least Squares* (DF-GLS), o teste *Zivot Andrews* (ZA) e o teste *Clemente Montañés and Reyes* (CMR).

O teste ADF testa se uma variável segue um processo de raiz unitária. Neste caso considera-se como hipótese nula se uma variável possui uma raiz unitária, a hipótese alternativa pressupõe que a variável é gerada por um processo estacionário (Hamilton, 1994).

Elliot, Rothenberg & Stock (1996) recomendam recorrer ao teste DF-GLS para testar a estacionariedade de uma série temporal, na medida em que, quando comparado com o teste ADF, o DF-GLS apresenta um melhor desempenho global em termos de potência, revelando ser um teste mais eficiente, quando se pretende recorrer a um modelo autorregressivo de raiz unitária.

Não obstante o teste DF-GLS seja mais eficiente que o teste ADF, a ocorrência de um fator exógeno que leve a uma mudança permanente na série temporal pode resultar na

não rejeição da hipótese nula de presença de uma raiz unitária (série não estacionária), quando considerados ambos os testes, ainda que a mesma ocorra (Perron, 1989).

A fim de prevenir possíveis resultados enviesados, devido à não contabilização de possíveis quebras de estrutura nas series temporais, pode testar-se a estacionariedade das séries recorrendo-se aos testes ZA e CMR. O teste ZA considera possíveis quebras de estrutura no intercepto, na tendência ou em ambos (Zivot & Andrews, 1992). Por sua vez, o teste CMR distingue entre duas tipologias de quebras, adotando um modelo com *outliers* aditivos (modelo AO), assumindo que as alterações de estrutura ocorrem rapidamente, permitindo a quebra do declive, e um modelo com outliers inovadores (modelo IO), pressupondo que as alterações ocorrem gradualmente e permitem quebras tanto na interceção como no declive (Clemente, Montañés, & Reyes, 1998). Testar se uma série temporal possui uma raiz unitária considerando a possibilidade de quebras de estrutura na série pode prevenir que os resultados do teste sejam enviesados para a raiz unitária e possibilitando ainda a identificação do período em que a quebra estrutural ocorreu (Perron, 1989).

Na aplicação dos quatro testes considerados recorreu-se ao critério de informação de Akaike (AIC) para determinar o número de desfasamentos ótimos para cada variável dependente.

3.2 Métodos de análise de séries temporais

A aplicação dos testes da raiz unitária pode originar três possíveis resultados:

I. Todas as variáveis são não estacionárias, mas estacionárias nas primeiras diferenças (integradas de ordem 1);
II. Todas as variáveis são estacionárias em níveis (integradas de ordem 0); e
III. Algumas variáveis são integradas de ordem 1, enquanto as restantes são integradas de ordem 0.

3.2.1 Método dos mínimos quadrados simples (OLS)

Nos casos em que se verificou que duas ou mais séries temporais são estacionárias, então o método dos mínimos quadrados simples pôde ser utilizado para determinar a relação existente entre as variáveis. Os estimadores OLS minimizam a soma dos erros quadrados (diferença entre os valores observados e os previstos) (Wooldridge, 2019)

3.2.2 Método do vetor de correção dos erros (VEC)

O modelo do vetor de correção do erro pode revelar-se o modelo de estimação mais eficiente, nos casos em que as variáveis se revelarem cointegradas, demonstrando a existência de um equilíbrio a longo prazo (Ciaian et al., 2016). De acordo com Engle & Granger (1987), se duas ou mais series temporais, individualmente, não forem estacionárias, a sua combinação linear pode ser estacionária, sendo assim consideradas cointegradas. Neste sentido, uma variável influencia a outra na mesma direção, partilhando, portanto, o mesmo movimento.

3.2.3 Método do vetor autorregressivo (VAR)

Quando as variáveis não forem estacionárias, mas também não se revelarem cointegradas, deverá recorrer-se ao modelo do vetor autorregressivo. A estimação com recurso ao VAR permite descrever cada uma das variáveis endógenas no modelo como uma função dos valores desfasados de todas as variáveis endógenas, uma vez que trata as variáveis simetricamente sem estabelecer qualquer restrição quanto à dependência e independência entre as mesmas. A única imposição feita por este modelo é que o número de desfasamentos seja igual para todas as varáveis do modelo. O recurso a este modelo pressupõe a utilização das primeiras diferenças (Sims, 1980)

3.2.4 Método autorregressivo dos desfasamentos distribuídos (ARDL)

Por fim, nos casos em que o modelo tiver variáveis integradas de ordem 1 e integradas de ordem 0, o modelo mais apropriado a recorrer será o modelo autorregressivo dos desfasamentos distribuídos (ARDL). O modelo ARDL é baseado no modelo dos mínimos quadrados podendo ser aplicado independentemente da ordem de integração das variáveis (Pesaran & Shin, 1999).

3.3 Teste de cointegração

Como descrito, duas ou mais variáveis podem formar uma relação de equilíbrio a longo prazo, embora se possam desviar do equilíbrio a curto prazo. De facto, uma variável arrasta a outra ao longo do período e, por conseguinte, ambas partilham o mesmo movimento. A fim de analisar as relações entre variáveis não estacionárias, Engle & Granger (1987) desenvolveram um teste de cointegração.

3.3.1 Teste de cointegração de Johansen

Com o intuito de suprir os pontos fracos no método desenvolvido por Engle & Granger (1987), Johansen (1988) e Johansen & Juselius (1990), desenvolveram testes de cointegração melhorados. A versão de Johansen (1988), amplamente utilizada, baseia-se na relação entre a classificação da matriz e as suas raízes características.

Assim, após a aplicação dos testes à estacionariedade das series temporais, aplicou-se o método de cointegração de Johansen (1988) para averiguar a existência de uma relação de longo prazo entre as séries de preços. O número de vetores de cointegração é determinado pelo teste do máximo valor próprio e pelo teste do traço, sendo que ambos os testes utilizam os valores próprios para calcular as estatísticas de teste associadas. A inclusão, ou não, de uma tendência temporal ou de um termo constante no modelo segue o princípio de Pantula (Pantula, 1989).

3.4 Determinação do método

De acordo com os resultados do teste de cointegração conclui-se qual o método de estimação a utilizar, modelo VAR nos casos em que não tiver uma relação de cointegração, modelo VEC quando se registar mais do que uma relação de cointegração considerando variáveis com a mesma ordem de integração, e modelo ARDL se existirem relações de cointegração entre variáveis integradas de ordem 0 e de ordem 1. Os modelos VEC e ARDL incluem um termo de correção de erro indicativo da velocidade de ajustamento de qualquer desequilíbrio para um estado de equilíbrio a longo prazo.

Seguindo o modelo Johansen & Juselius (1990) e a reformulação de Ciaian et al. (2016), apresenta-se a Equação (8) com a especificação das variáveis consideradas para a aplicação dos métodos.

$$Z_t = \mu_1 + \delta_1 t + A_1 Z_{t-1} + \cdots + A_k Z_{t-k} + \varepsilon_t \tag{8}$$

Presente na Equação (8):

- Z_t representa o vetor das variáveis não estacionárias;
- A representa as matrizes das diferentes variáveis;
- t representa o espaço temporal considerado;
- k representa o número de desfasamentos considerado;
- ε_t diz respeito ao termo de erro.

Assume-se que o termo de erro é independente e identicamente distribuído com média zero ($E(\varepsilon) = 0$) e distribuição normal N (0, σ^2). De referir ainda que a Equação (8) pode conter uma variável constante com coeficiente μ_1 e/ou uma variável indicadora de tendência com coeficiente δ_1.

Na Equação (9), presente abaixo, está representada informação sobre os ajustamentos de curto e de longo prazo a variações em Z_t através das estimativas de Γi e Π, respetivamente. Π encontra-se decomposta na Equação (9) na forma de $\Pi = \pi\beta'$, sendo que π representa a velocidade de ajustamento de um desequilíbrio e β representa a relação de longo prazo entre as variáveis (Johansen & Juselius, 1990).

$$\begin{aligned} \Delta Z_t &= \mu_1 + \delta_1 t + \Gamma_1 \Delta Z_{t-1} + \cdots + \Gamma_{k-1} \Delta Z_{t-p+1} \\ &+ \pi \begin{pmatrix} \beta \\ \mu_2 \\ \delta_2 \end{pmatrix} (Z_{t-1} \quad 1 \quad t) Z_{t-1} + \varepsilon_t \end{aligned} \tag{9}$$

A Equação (9) contém todas as opções possíveis de ocorrer, de acordo com o exposto. De uma forma geral, existem cinco tipos de modelo a considerar, designadamente:

- Modelo 1 não possui interceção, nem tendência na equação de cointegração ou VAR: $\delta_1 = \delta_2 = \mu_1 = \mu_2 = 0$;
- Modelo 2 possui interceção, mas não tendência na equação de cointegração, e não possui intercepto ou tendência no VAR: $\delta_1 = \delta_2 = \mu_1 = 0$;
- Modelo 3 considera interceção, na equação de cointegração e no VAR, mas não prevê tendência na equação da cointegração ou no VAR: $\delta_1 = \delta_2 = 0$;
- Modelo 4 considera interceção, na equação de cointegração e no VAR, e uma tendência linear na equação da cointegração, mas não prevê tendência no VAR: $\delta_1 = 0$; e
- Modelo 5 tem interceção e tendência quadrática na equação de cointegração, ou intercepto e tendência linear no VAR.

Nos casos em que se aplicou o VEC, a fim de assegurar a adequação dos modelos estimados, foram considerados testes de especificação ao modelo, nomeadamente, o teste do multiplicador de Lagrange para averiguar a existência de autocorrelação nos resíduos; o teste de Jarque-Bera para verificar se os resíduos, após a aplicação do VEC, são normalmente distribuídos, e por último um teste à estabilidade do modelo.

O número dos desfasamentos considerado para a aplicação dos modelos é determinado com recurso ao método AIC.

Por outro lado, o modelo ARDL pode ser aplicado independentemente da ordem de integração das variáveis que o integram. A Equação (10) representa o modelo de correção de erros estimado pelo método ARDL ((Pesaran, Shin, & Smith, 2001).

$$\Delta Y_t = \alpha_{0y} + \alpha_{1y} Y_{t-1} + \alpha_{2y} X_{t-1} + \sum_{i=1}^{n} \beta_i \Delta Y_{t-i} + \sum_{j=1}^{n} \gamma_i \Delta X_{t-j} + u_{1t} \qquad (10)$$

O termo Y representa a variável dependente, X a variável independente, n o número de desfasamentos e Δ as variáveis diferenciadas.

Ao longo do corrente capítulo apresentou-se o método adotado para o estudo dos determinantes dos preços das criptomoedas, contemplando diversas etapas.

CAPÍTULO IV - DADOS E RESULTADOS

No presente capítulo apresenta-se, inicialmente de forma sucinta os dados recolhidos e as variáveis consideradas, seguindo-se uma análise prévia da evolução da Bitcoin e da *Cardano*. De seguida procede-se à aplicação dos testes à estacionariedade das variáveis, seguindo-se a verificação da existência de uma relação de longo prazo entre as variáveis, e por fim a estimação dos modelos e apresentação dos respetivos resultados.

4.1 Variáveis e recolha de dados

Com o intuito de estudar a formação do preço das criptomoedas e a possível diferença existente entre as criptomoedas *clean* e *dirty*, consideram-se os casos da Bitcoin e da *Cardano*, respetivamente. Neste sentido, como variáveis dependentes utiliza-se os dados do preço da Bitcoin e da *Cardano*, P^C, ambas denominadas em USD.

A Hipótese 1 considerada, pretendeu estudar as forças de mercado da oferta e procura de uma criptomoeda, como especificado na relação de preço (Equação (6)). Neste seguimento, considera-se como variável representativa das forças de mercado o número histórico das criptomoedas (número de Bitcoins e de *Cardanos*), os quais têm sido gerados para contabilizar o stock total da criptomoeda em circulação. Seguindo a abordagem presente na literatura, para averiguar a influência da dimensão do mercado da criptomoeda, foram consideradas duas variáveis, o número de total de transações diárias (número de transações) e o número de endereços da criptomoeda utilizados por dia (número de endereços).

Matonis (2012) utiliza como variável para medir a velocidade monetária da Bitcoin em circulação, V, os dias *destruídos* de uma determinada transação. A referida variável quantifica quanto tempo as moedas numa transação específica estiveram inativas antes de serem gastas, sendo derivada da multiplicação do número de uma determinada criptomoeda em transação pelo número de dias desde que essas moedas foram transacionadas pela última vez. Não obstante a presença desta variável em estudos anteriores presentes na literatura, correntemente não se encontram disponíveis dados relativos a esta variável.

Os dados respeitantes às variáveis que envolvem a Bitcoin foram extraídos do portal *Nasdaq Data Link* (QUANDL, 2023), por sua vez, os dados respeitantes à *Cardano* foram extraídos do *messari.io/pro* (Messari, 2023). Como última variável integrante na primeira hipótese, para medir o nível de preços da economia global, P, considera-se a taxa de

câmbio entre o dólar norte americano e o euro. À semelhança de Ciaian et al. (2016), recorreu-se à taxa de câmbio mencionada, uma vez que os dados referentes ao preço das criptomoedas são denominados em dólares americanos. A título de exemplo, se o dólar americano se valorizar em relação ao euro, é provável que se valorize de igual forma em relação às criptomoedas. Consequentemente, um aumento da taxa de câmbio entre o euro e o dólar leva a uma diminuição do número de dólares necessários por uma criptomoeda, o que conduz à diminuição do seu preço. Os dados referentes à taxa de câmbio foram extraídos do portal do sistema da reserva federal dos Estados Unidos da América (Board of Governors of the Federal Reserve System, 2023)

A segunda hipótese estudada diz respeito à atratividade do investimento. Kristoufek (2013) considerou que a frequência dos estudos relacionados com uma moeda digital é uma boa medida do interesse dos potenciais investidores nessa moeda, neste sentido, recorre ao volume diário de visualizações da Bitcoin na Wikipédia. Para Ciaian et al. (2016), a variável visualizações na Wikipédia pode contabilizar tanto o interesse dos investidores como dos utilizadores na Bitcoin, na medida em que capta a procura de informação sobre a Bitcoin, mas não distingue se a informação é utilizada para orientar decisões de investimento ou trocas (compras) de bens e serviços denominados em Bitcoin. Considerando o descrito pelos autores pode transpor-se a realidade descrita referente à Bitcoin para o caso da *Cardano.* Segundo os referidos autores, o impacto na formação do preço da Bitcoin do número de visualizações da Bitcoin na Wikipédia tem diminuído ao longo do tempo, não possuindo impacto a longo prazo. Neste caso, pretendeu-se averiguar se esta situação ainda se mantém atualmente, e se o mesmo acontece na *Cardano*, que surgiu muito mais recentemente.

Como variáveis adicionais para captar a atração do investimento nas criptomoedas, tem-se em consideração os novos subscritores diários (novos membros subscritos) do fórum r/CryptoCurrency (Reddit, Inc., 2023), um dos principais fóruns de discussão de criptomoedas, e o número de publicações diárias (novas publicações) realizadas no referido fórum. Nos dados recolhidos não é realizada uma distinção entre a Bitcoin e a *Cardano*, uma vez que não existe referência a um fórum com destaque exclusivamente dedicado à *Cardano*, contrariamente ao sucedido com a Bitcoin. Neste sentido optou-se pelo r/CryptoCurrency onde são discutidas as criptomoedas na sua globalidade.

À semelhança do referido anteriormente, a variável novos membros pode ser utilizada como medidor da dimensão da economia das criptomoedas e também do comportamento de atenção dos novos utilizadores/investidores. Por sua vez, as novas publicações captam

o efeito da confiança, da incerteza e/ou do comportamento orientado para a atenção, uma vez que representa a intensidade das discussões entre os membros (Ciaian et al., 2016).

A Hipótese 3 pretendeu verificar o impacto do desenvolvimento macroeconómico na formação do preço das criptomoedas, em específico na Bitcoin e na *Cardano*. De modo a medir o referido impacto, e seguindo a abordagem de Wijk (2013) utilizam-se como variáveis o preço do petróleo (preço do crude) e o índice bolsista norte americano *Dow Jones Industrial Average* (*Dow Jones Market Index*). De referir que, o índice *Dow Jones* contabiliza a evolução das trinta maiores empresas indústrias presentes nos índices NYSE ou do NASDAQ.

De acordo com Ciaian et al.(2016) as duas variáveis consideradas são frequentemente utilizadas na literatura para explicar a evolução macroeconómica e financeira mundial.

Os dados referentes ao preço diário do petróleo foram provenientes da Administração da Informação da Energia dos Estados Unidos da América (U.S. Energy Information Administration, 2023), já os valores de fecho diário do índice *Dow Jones* foram extraídos da Reserva Federal do Banco de St. Louis (Federal Reserve Bank of St. Louis, 2023).

Por fim, a última hipótese testada pretendeu averiguar o impacto da evolução dos ativos financeiros sustentáveis no preço das criptomoedas. Seguindo a abordagem adotada por Huang & Urquhart (2023), recorreu-se ao *Dow Jones Sustainability World Index*, o primeiro índice global da performance financeira das empresas líderes em sustentabilidade. De salientar, como mencionado anteriormente, o recurso ao valor dos índices bolsistas sustentáveis como ferramenta indicativa da evolução financeira global de ativos sustentáveis. Os dados referentes à cotação de fecho do Índice bolsista mencionado são provenientes do *Dow Jones Sustainability World Index* (S&P Dow Jones Indices, 2023).

Os dados diários recolhidos respeitaram ao período compreendido entre 3 de julho de 2018 e 17 de junho de 2023.

4.2 Evolução do preço da Bitcoin e da *Cardano*

Ao longo do presente subcapítulo é concretizada uma análise prévia da evolução da Bitcoin e da *Cardano,* a fim de detetar possíveis alterações significativas na formação do preço das criptomoedas. A Figura 1 e a Figura 2 apresentam respetivamente a evolução diária do preço da Bitcoin e da *Cardano*, no período compreendido entre 3 de julho de 2018 e 17 de junho de 2023.

Figura 1 – Evolução do preço da Bitcoin

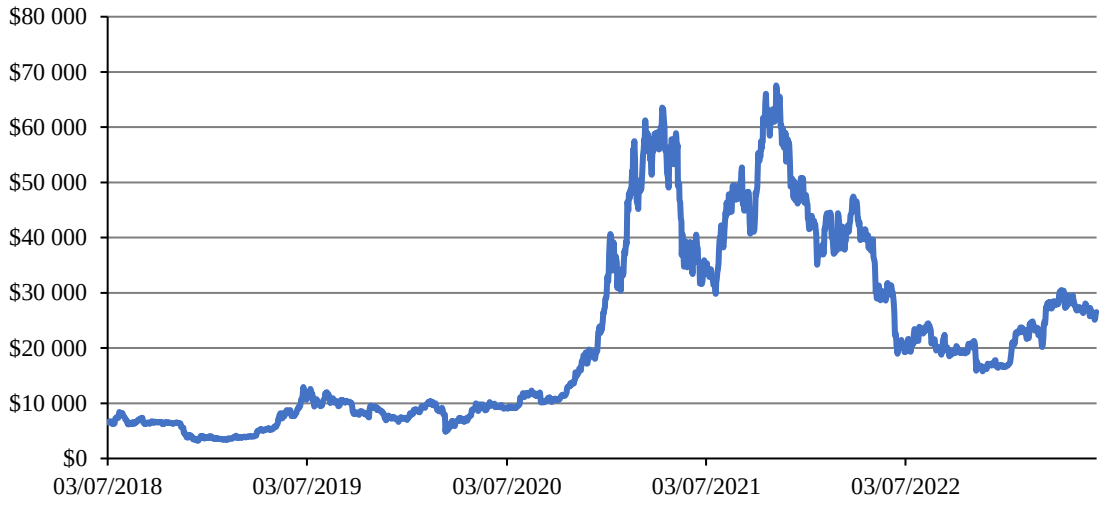
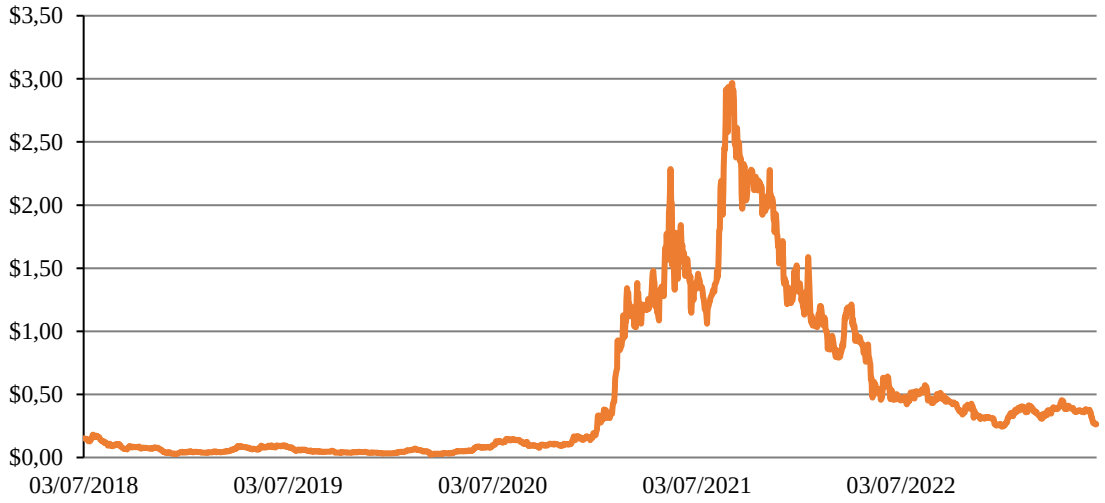


Figura 2 – Evolução do preço da *Cardano*



A partir da análise à evolução do preço de ambas as criptomoedas foi possível observar três configurações de formação de preço diferenciadas: um entre julho de 2018 e novembro de 2020 (1º Período); um segundo entre dezembro de 2020 e junho de 2022 (2º Período); e o terceiro pelo período subsequente entre julho de 2022 e junho de 2023 (3º Período). De modo a incorporar esta informação no estudo, procedeu-se à análise dos dados considerando a análise isolada dos três períodos considerados. O *software* utilizado para analisar os dados e constituir os modelos foi o STATA 18®.

4.3 Estacionariedade

No presente subcapítulo pretendeu-se estudar a estacionariedade das séries temporais consideradas, recorrendo para tal, como anteriormente explicado, a quatro testes distintos, o Dickey-Fuller aumentado, o Dickey-Fuller GLS, o Zivot-Andrews e o Clemente-Montañés-Reyes. O número de desfasamentos ótimo da variável dependente nos testes é determinado pelo critério de informação de Akaike.

Nos testes ADF, DF-GLS e CMR consideraram-se as seguintes hipóteses:

H_0: A variável tem uma raiz unitária.

H_1: A variável não tem uma raiz unitária.

Por sua vez, no teste ZA considera-se o seguinte teste de hipóteses:

H_0: A variável tem uma raiz unitária, com uma quebra de estrutura na tendência, no intercepto, ou em ambos.

H_1: A variável não tem uma raiz unitária, possuindo com uma quebra de estrutura na tendência, no intercepto, ou em ambos.

A rejeição da hipótese nula quando aplicados os testes de estacionariedade a cada variável em níveis indica que a variável é integrada de ordem 0, por outro lado se esta rejeição só ocorrer na primeira diferença considera-se que a variável é integrada de ordem 1. Para ser considerada não estacionária, será necessário não rejeitar a hipótese nula em cada variável nos quatro testes realizados.

A Tabela 1, apresenta as conclusões dos resultados do teste ADF realizado a cada uma das séries temporais em estudo, para os três períodos temporais em estudo. Os resultados completos dos testes realizados encontram-se nas Tabelas A1, A2 e A3.

Tabela 1 – Resultados do ADF por período temporal

	1.º Período	**2.º Período**	**3.º Período**
Preço Bitcoin	I (1)	I (1)	I (1)
Número de Bitcoins	I (0)	I (1)	I (1)
Número de transações Bitcoin	I (0)	I (0)	I (0)
Número de endereços de Bitcoin	I (0)	I (1)	I (1)
Visualizações da Bitcoin na Wikipédia	I (0)	I (0)	I (0)
Novas publicações	I (0)	I (1)	I (0)
Novos membros subscritos	I (0)	I (0)	I (0)
Taxa de câmbio	I (1)	I (1)	I (1)
Dow Jones Market Index	I (1)	I (1)	I (1)
Preço Crude	I (1)	I (1)	I (1)
Dow Jones Sustainability	I (1)	I (0)	I (1)
Preço *Cardano*	I (1)	I (1)	I (1)
Número de *Cardano*s	I (0)	I (1)	I (1)
Número de transações *Cardano*	I(0)	I (1)	I (0)
Número de endereços de *Cardano*	I (1)	I (1)	I (0)
Visualizações da *Cardano* na Wikipédia	N/A	I (1)	I (0)

Nota: I(0) – integrada de ordem 0; I(1) – integrada de ordem 1.

A Tabela 2 apresenta as conclusões dos resultados do teste DF-GLS realizado a cada uma das séries temporais em estudo, para os três períodos temporais em estudo. Os resultados completos dos testes realizados encontram-se nas Tabelas A4, A5 e A6.

Tabela 2 – Resultados do Teste DF-GLS, por período temporal

	1.º Período	**2.º Período**	**3.º Período**
Preço Bitcoin	I (1)	I (1)	I (1)
Número de Bitcoins	I (1)	I (1)	I (1)
Número de transações Bitcoin	I (0)	I (0)	I (0)
Número de endereços de Bitcoin	I (1)	I (1)	I (1)
Visualizações da Bitcoin na Wikipédia	I (0)	I (0)	I (0)
Novas publicações	I (0)	I (1)	I (1)
Novos membros subscritos	I (0)	I (0)	I (0)
Taxa de câmbio	I (1)	I (0)	I (0)
Dow Jones Market Index	I (0)	I (0)	I (1)
Preço Crude	I (1)	I (1)	I (1)
Dow Jones Sustainability	I (0)	I (0)	I (1)
Preço *Cardano*	I (1)	I (1)	I (1)
Número de *Cardano*s	I (0)	I (1)	I (1)
Número de transações *Cardano*	I (0)	I (1)	I (0)
Número de endereços de *Cardano*	I (0)	I (1)	I (1)
Visualizações da *Cardano* na Wikipédia	N/A	I (0)	I (0)

Nota: I(0) – integrada de ordem 0; I(1) – integrada de ordem 1.

A Tabela 3 apresenta as conclusões dos resultados do teste ZA realizado a cada uma das séries temporais em estudo, para os três períodos temporais em estudo. Os resultados completos dos testes realizados encontram-se nas Tabelas A7, A8 e A9.

Tabela 3 – Resultados do Teste ZA, por período temporal

	1.º Período	**2.º Período**	**3.º Período**
Preço Bitcoin	I (1)	I (1)	I (1)
Número de Bitcoins	I (0)	I (1)	I (1)
Número de transações Bitcoin	I (0)	I (0)	I (0)
Número de endereços de Bitcoin	I (0)	I (1)	I (1)
Visualizações da Bitcoin na Wikipédia	I (0)	I (1)	I (0)
Novas publicações	I (0)	I (0)	I (0)
Novos membros subscritos	I (0)	I (0)	I (0)
Taxa de câmbio	I (0)	I (1)	I (0)
Dow Jones Market Index	I (0)	I (1)	I (1)
Preço Crude	I (1)	I (0)	I (0)
Dow Jones Sustainability	I (0)	I (1)	I (1)
Preço *Cardano*	I (1)	I (1)	I (1)
Número de *Cardano*s	I (0)	I (0)	I (0)
Número de transações *Cardano*	I (0)	I (0)	I (0)
Número de endereços de *Cardano*	I (0)	I (0)	I (0)
Visualizações da *Cardano* na Wikipédia	N/A	I (0)	I (0)

Nota: I(0) – integrada de ordem 0; I(1) – integrada de ordem 1.

A Tabela 4 apresenta as conclusões dos resultados do teste CMR realizado a cada uma das séries temporais em estudo, para os três períodos. Os resultados completos dos testes realizados encontram-se nas Tabelas A10, A11 e A12.

Tabela 4 – Resultados do Teste CMR, por período temporal

	1.º Período	**2.º Período**	**3.º Período**
Preço Bitcoin	I (1)	I (1)	I (1)
Número de Bitcoins	I (1)	I (1)	I (1)
Número de transações Bitcoin	I (0)	I (1)	I (0)
Número de endereços de Bitcoin	I (1)	I (1)	I (1)
Visualizações da Bitcoin na Wikipédia	I (0)	I (0)	I (0)
Novas publicações	I (0)	I (1)	I (0)
Novos membros subscritos	I (0)	I (1)	I (0)
Taxa de câmbio	I (1)	I (1)	I (1)
Dow Jones Market Index	I (1)	I (1)	I (1)
Preço Crude	I (1)	I (1)	I (1)
Dow Jones Sustainability	I (1)	I (1)	I (1)
Preço *Cardano*	I (1)	I (1)	I (1)
Número de *Cardano*s	I (0)	I (0)	I (0)
Número de transações *Cardano*	I (1)	I (1)	I (0)
Número de endereços de *Cardano*	I (0)	I (0)	I (0)
Visualizações da *Cardano* na Wikipédia	N/A	I (0)	I (0)

Nota: I(0) – integrada de ordem 0; I(1) – integrada de ordem 1.

De acordo com os resultados obtidos, apenas a variável preço, aplicada às duas moedas pode ser aceite como não estacionárias nos três períodos temporais analisados, em níveis. Por sua vez, o número de Bitcoins e o número de endereços de Bitcoin são aceites como não estacionárias, no segundo e no terceiro período temporal, o preço do petróleo no primeiro, o índice *Dow Jones Sustainability* no terceiro, e o número de transações com *Cardanos* no segundo período, em níveis. Em todos os casos em que se aceita a presença de uma raiz unitária em níveis, rejeita-se esta hipótese quando testada nas primeiras diferenças. Para as restantes variáveis conclui-se a não existência de uma raiz unitária em níveis, sendo, portanto, integradas de ordem 0.

4.4 Análise de cointegração

Concluída a verificação da estacionariedade das variáveis em estudo, importou investigar se as variáveis do modelo partilham uma relação comum de longo prazo. Para o efeito, testou-se a presença de uma relação de longo prazo entre as variáveis, recorrendo ao teste de *Johansen*.

Antes de testar a cointegração entre a variável preço e as restantes variáveis, foi necessário definir os modelos considerados para o estudo. No seguimento das hipóteses

teóricas discriminadas no segundo capítulo, estimou-se cinco conjuntos de modelos econométricos do preço das moedas.

Os quatro primeiros conjuntos de modelos consideram as três primeiras hipóteses de influência no preço da moeda de forma separada, enquanto a quinta tipologia de modelos analisa a influência das variáveis no preço das moedas, considerando a presença de vários tipos de determinantes. Neste sentido, o primeiro conjunto de modelos (1.1 a 1.4), seguindo a primeira hipótese enunciada, o impacto no preço da moeda causado pelas forças de mercado. O segundo tipo de modelo (2.1) estima o impacto da atratividade de cada criptomoeda para os investidores e utilizadores na compra/venda das respetivas moedas (hipótese 2). O terceiro tipo considerado (3.1) avalia o impacto da evolução macroeconómica e financeira mundial, em linha com a terceira hipótese. O quarto tipo de modelos (4.1) tem em consideração o impacto da evolução dos ativos sustentáveis no preço das criptomoedas, como enunciado na última hipótese. Os modelos gerais 5.1 a 5.5 consideram os quatro tipos de determinantes do preço da criptomoedas em simultâneo, isto é, a combinação dos determinantes identificados nas hipóteses 1 a 4, para ter em conta a potencial interação estrutural entre eles.

Tabela 5 – Modelos empíricos estimados

Hipóteses/Modelos		**H1**				**H2**	**H3**	**H4**	**H1 a H4**				
		1.1	**1.2**	**1.3**	**1.4**	**2.1**	**3.1**	**4.1**	**5.1**	**5.2**	**5.3**	**5.4**	**5.5**
Preço da criptomoeda		**X**	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**
1	Número de unidades da criptomoeda	X	X	X						X		X	
	Número de transações com a criptomoeda	X			X					X		X	
	Número de endereços da criptomoeda		X		X				X		X		X
	TaXa de câmbio	X	X	X	X				X				X
2	Visualizações da criptomoeda na Wikipédia					X				X		X	
	Novas publicações					X					X	X	X
	Novos membros subscritos					X						X	
3	*Dow Jones Market Index*						X				X		X
	Preço Crude						X		X	X	X		
4	*Dow Jones Sustainability*							X	X		X		X

Todos os modelos foram estimados para os três períodos considerados. A Tabela 5 resume os modelos a considerar, aplicando-se às duas moedas, com as respetivas adaptações nos dados a considerar para cada moeda.

Tabela 6 – Teste de cointegração de *Johansen,* aplicado aos modelos com a Bitcoin

Períodos	Modelos Bitcoin	Vetores de cointegração	Estatísticas de Trace	Vetores de cointegração	Estatísticas de Max	Modelo
1º	**1.1**	1	15,6602	1	11,6295	Constante
	1.2	2	4,4214	2	3,2475	Constante
	1.3	1	4,9689	1	4,4107	Constante
	1.4	1	22,7007	1	13,115	Sem constante
	2.1	2	10,3389	1	20,7314	Constante
	3.1	0	11,0943	0	6,374	Sem constante
	4.1	0	2,7513	0	2,7483	Sem constante
	5.1	2	10,8561	2	7,2467	Sem constante
	5.2	1	25,2863	1	10,7862	Sem constante
	5.3	2	26,7931	2	13,7404	Sem constante
	5.4	2	45,6855	2	20,2933	Constante restrita
	5.5	0	80,245	0	35,4612	Sem constante
2º	**1.1**	2	3,2931	2	3,2931	Sem constante
	1.2	1	20,6569	1	16,4862	Sem constante
	1.3	1	3,203	1	3,1966	Sem constante
	1.4	1	18,1654	1	14,1982	Constante restrita
	2.1	2	7,5734	2	7,3008	Sem constante
	3.1	0	10,3757	0	6,6428	Sem constante
	4.1	0	5,9973	0	3,4107	Sem constante
	5.1	0	44,3663	0	18,3086	Sem constante
	5.2	3	4,6835	2	23,2178	Sem constante
	5.3	1	71,464	0	31,3158	Constante restrita
	5.4	2	37,8696	1	22,0673	Sem constante
	5.5	1	48,3427	0	36,1063	Sem constante
3º	**1.1**	1	17,7871	1	12,5773	Sem constante
	1.2	2	9,9622	2	6,5558	Sem constante
	1.3	2	3,3911	2	3,3911	Sem constante
	1.4	1	21,7328	1	13,0445	Sem constante
	2.1	2	11,0393	2	9,7329	Sem constante
	3.1	0	7,7366	0	5,2416	Sem constante
	4.1	0	1,4896	0	1,4896	Sem constante
	5.1	1	38,6529	1	20,0322	Sem constante
	5.2	2	13,0617	2	9,5525	Sem constante
	5.3	2	30,468	2	14,935	Sem constante
	5.4	3	19,01111	3	14,9216	Sem constante
	5.5	2	37,2342	2	17,4696	Sem constante

Considerando os modelos testados, a verificação da existência de uma relação de longo prazo entre as variáveis teve por base a utilização do teste de cointegração de Johansen (1988). A Tabela 6 e a Tabela *7* apresentam os resultados sumarizados das relações de cointegração existentes entre as variáveis dos modelos com a Bitcoin e com a *Cardano*, respetivamente. As relações de cointegração existentes entre as variáveis tiveram em consideração as estatísticas de traço e do máximo valor próprio, para um nível de significância de 5%. Nas Tabelas A13 e A14 encontram-se as informações completas referentes aos testes efetuados.

Consideram-se modelos sem constante, com constante restrita, com constante, com tendência restrita e com tendência. De mencionar que, a escolha pelo tipo de modelo teve em consideração o princípio de Pantula.

Tabela 7 - Teste de cointegração de Johansen, aplicado aos modelos com a *Cardano*

Períodos	Modelos *Cardano*	Vetores de cointegração	Estatísticas de Trace	Vetores de cointegração	Estatísticas de Max	Modelo
1º	**1.1**	2	11,2156	2	10,0473	Tendência
	1.2	3	7,9582	3	7,9582	Constante
	1.3	2	1,3869	2	1,3869	Constante
	1.4	3	6,628	2	6,628	Constante
	2.1	1	7,0317	1	6,7325	Sem constante
	3.1	1	15,1866	1	9,584	Tendência restrita
	4.1	0	3,5904	0	3,0417	Sem constante
	5.1	2	22,6581	2	10,5374	Constante restrita
	5.2	2	14,6587	2	14,1734	Constante restrita
	5.3	1	54,434	1	30,5697	Sem constante
	5.4	3	8,9961	3	8,2015	Constante restrita
	5.5	1	44,9647	1	24,6284	Sem constante
2º	**1.1**	0	23,412	0	12,4145	Sem constante
	1.2	1	19,1401	1	14,0398	Constante restrita
	1.3	1	4,5853	1	4,2621	Constante restrita
	1.4	1	19,0001	1	15,0594	Sem constante
	2.1	2	8,0111	2	7,9412	Sem constante
	3.1	0	14,1609	0	8,366	Sem constante
	4.1	0	9,3296	0	8,2228	Sem constante
	5.1	0	56,2987	0	24,0346	Sem constante
	5.2	0	38,1397	0	20,3023	Sem constante
	5.3	2	45,0714	1	31,9213	Constante restrita
	5.4	3	30,3701	3	17,8627	Constante restrita
	5.5	1	76,6641	1	32,0146	Tendência restrita
3º	**1.1**	1	12,5281	1	7,0133	Sem constante
	1.2	1	20,4319	1	14,4559	Sem constante
	1.3	0	12,9256	0	7,6518	Sem constante
	1.4	3	0,4239	3	0,4239	Sem constante
	2.1	3	1,8	3	1,8	Constante restrita
	3.1	0	7,1723	0	4,98	Sem constante
	4.1	0	1,5858	0	1,5066	Sem constante
	5.1	1	33,2657	1	17,8626	Sem constante
	5.2	1	40,1495	1	22,9598	Constante restrita
	5.3	2	36,0258	2	25,2437	Sem constante
	5.4	4	9,036	4	8,0048	Constante
	5.5	2	37,258	2	16,887	Sem constante

No seguimento do teste de Johansen, aplicou-se o modelo VAR (apenas curto prazo), nos casos onde não se deteta a existência de relações de longo prazo entre as variáveis de um modelo. Por outro lado, verificando-se a presença de relações de longo prazo entre as variáveis em estudo aplicou-se o modelo ARDL, considerando a presença de variáveis integradas de ordem 0 e 1. Uma vez que, não se verificou a existência de um modelo em que todas as variáveis sejam integradas de ordem 1, não se pôde aplicar um modelo VEC.

4.5 Impactos de curto prazo no preço das criptomoedas

A Tabela 8 apresenta o número de desfasamentos em que cada variável tem um impacto significativo no preço da Bitcoin, por período considerado. Considerou-se um nível de significância de pelo menos 10%, bem como um número máximo de desfasamentos de 10. A determinação do número ótimo de desfasamentos foi obtida com recurso ao método AIC.

Em anexo encontram-se as Tabelas A15, A16, A17, A18, A19, A20, A21, A22 e A23 com os coeficientes significativos para cada modelo estimado. Os efeitos de curto prazo permitem observar a dinâmica existente entre as variáveis a curto prazo, isto é, como cada série reage quando o equilíbrio de longo prazo é distorcido.

1.º Período

No primeiro período todas as variáveis, à exceção do número de Bitcoins e de novos membros subscritos, têm efeitos de curto prazo estatisticamente significativos no preço da Bitcoin.

No que concerne ao impacto exercido pelas forças de mercado, verifica-se um impacto positivo no preço da Bitcoin, exercido pelo número de transações envolvendo a moeda. Por outro lado, ainda envolvendo o lado da procura, o número de endereços envolvendo a Bitcoin exerce um impacto negativo, a curto prazo, no preço da criptomoeda.

Relativamente às variáveis representativas da atratividade do investimento, observa-se evidência estatística do impacto positivo do número de visualizações da Bitcoin na Wikipédia, já as novas publicações envolvendo a criptomoeda apresentaram tanto impactos positivos, como negativos. As duas tipologias de impactos diferenciadas podem constituir evidências da hipótese 2, ou seja, o caráter abonatório ou não das novas informações da moeda reflete-se no interesse de possíveis investidores na Bitcoin, influenciando o preço da moeda, consoante o sinal das informações.

As variáveis que representam os desenvolvimentos financeiros e macroeconómicos globais apresentaram impactos com sinais distintos. Existem evidências estatísticas do impacto positivo, a curto prazo, do preço do petróleo sobre o preço da Bitcoin, enquanto o índice *Dow Jones* apresentou um impacto negativo.

Por fim, os ativos financeiros sustentáveis, medidos pelo sinal de influência do índice *Dow Jones Sustainability*, apresentaram uma influência positiva no preço da Bitcoin.

Tabela 8 - Impactos a curto prazo nos modelos da Bitcoin, por períodos – número de desfasamentos significativos

Hipóteses/Modelos		H1				H2	H3	H4	H1 a H4				
		1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	3.1	4.1	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5
1.º Período													
Preço da Bitcoin		**2**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**0**	**1**	**0**
1	Número de Bitcoins	0	0	0						0		0	
	Número de transações Bitcoin	1			1					1		0	
	Número de endereços de Bitcoin		1		1				1		1		1
	Taxa de câmbio	3	3	3	4				2				0
2	Visualizações da Bitcoin na Wikipédia					1				0		1	
	Novas publicações					2					2	2	0
	Novos membros subscritos					0						0	
3	*Dow Jones Market Index*						1				1		0
	Preço Crude						1		0	1	0		
4	*Dow Jones Sustainability*							2	1		2		0
2.º Período													
Preço da Bitcoin		**1**	**0**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**
1	Número de Bitcoins	0	0	0						0		0	
	Número de transações Bitcoin	0			0					0		0	
	Número de endereços de Bitcoin		1		1				3		1		1
	Taxa de câmbio	0	0	0	0				1				0
2	Visualizações da Bitcoin na Wikipédia					6				0		1	
	Novas publicações					0					1	0	1
	Novos membros subscritos					0						0	
3	*Dow Jones Market Index*						0				0		0
	Preço Crude						0		0	0	0		
4	*Dow Jones Sustainability*							0	0		2		2
3.º Período													
Preço da Bitcoin		**0**	**0**	**0**	**0**	**2**	**1**	**1**	**0**	**1**	**0**	**2**	**0**
1	Número de Bitcoins	0	0	0						0		0	
	Número de transações Bitcoin	0			0					0		0	
	Número de endereços de Bitcoin		0		0				0		0		0
	Taxa de câmbio	1	1	1	0				0				0
2	Visualizações da Bitcoin na Wikipédia					5				4		5	
	Novas publicações					1					1	2	1
	Novos membros subscritos					2						2	
3	*Dow Jones Market Index*						1				2		2
	Preço Crude						1		0	1	0		
4	*Dow Jones Sustainability*							2	2		1		1

2.º Período

No segundo período, diversas variáveis apresentaram um menor impacto no preço da Bitcoin, como é o caso do número de transações, taxa de câmbio USD/EUR e as novas publicações relacionadas com as criptomoedas. Importa destacar, o caso particular das variáveis preço do petróleo e do índice *Dow Jones* (hipótese 2), que deixam de ter um impacto estatisticamente significativo.

Ao nível do impacto exercido pelo número de endereços envolvendo a criptomoeda, este mantém uma influência negativa, a curto prazo, sobre a Bitcoin. Relativamente à variável taxa de câmbio, existe evidência estatística do impacto negativo causado no preço da criptomoeda.

Não obstante a alteração no número de desfasamentos significativos referentes às variáveis representativas da atratividade do investimento, verificou-se, à semelhança do observado no primeiro período, uma dualidade no impacto gerado por estas variáveis no preço da criptomoeda. A variável *Dow Jones Sustainability* (hipótese 4) mantém a direção no impacto detetado no primeiro período.

3.º Período

No período mais recente, os fatores que medem a oferta e a procura apresentaram um menor impacto no preço da criptomoeda (menos valores estatisticamente significativos). Por outro lado, as variáveis que contabilizam a atração do investimento apresentaram um maior impacto no preço da criptomoeda, sendo o único período em que o número de novos membros subscritos apresentou impactos estatisticamente significativos. As séries representativas dos desenvolvimentos financeiros e macroeconómicos globais apresentaram, novamente, impactos estatisticamente significativos no preço da Bitcoin.

Em particular, apenas a taxa de câmbio, representativa da primeira hipótese formulada, apresentou um impacto positivo no preço da criptomoeda, contrariamente ao sucedido no primeiro período e à hipótese inicialmente formulada. Importa salientar que, no período analisado, a taxa de câmbio USD/EUR apenas apresentou impactos estatisticamente significativos quando analisados os modelos específicos.

Relativamente às variáveis representativas da atratividade do investimento, verificou-se evidência estatística do impacto negativo no preço da Bitcoin gerado pelas visualizações na Wikipédia e pelas novas publicações relacionadas com criptomoedas. Por sua vez, os novos membros subscritos apresentaram um impacto positivo sobre o preço da Bitcoin. Na verdade, esta relação pode corroborar a hipótese 2, ou seja, o caráter, abonatório ou não das novas informações da criptomoeda, reflete-se no interesse de possíveis investidores na Bitcoin influenciando o preço da moeda, consoante o sinal das informações. A influência detetada, no período em análise, pode traduzir o caráter maioritariamente depreciativo das informações geradas ao longo do período considerado.

No que concerne às variáveis que representam os desenvolvimentos financeiros e macroeconómicos globais verificou-se, novamente, as relações detetadas no primeiro

período. Assim, o preço do petróleo afeta o preço da Bitcoin, maioritariamente, de forma positiva, enquanto o índice *Dow Jones* apresentou coeficientes negativos.

Por fim, os ativos financeiros sustentáveis, medidos pelo sinal de influência do índice *Dow Jones Sustainability*, apresentaram, a curto prazo, uma influência negativa no terceiro período. Esta situação pode dever-se a uma maior consciencialização entre os investidores do impacto ambiental negativo da Bitcoin, em comparação com outros cripto ativos. Neste sentido, havendo uma maior preocupação ambiental, os investidores tendem a optar por investimentos mais sustentáveis, em detrimento de opções com caráter *dirty*.

A Tabela 9 apresenta o número de desfasamentos em que cada variável tem um impacto significativo no preço da *Cardano*, por período. A estimação dos vários modelos seguiu os mesmos pressupostos considerados nos modelos da Bitcoin.

Em anexo encontram-se as Tabelas A24, A25, A26, A27, A28, A29, A30, A31 e A32 com os coeficientes significativos para cada modelo estimado.

1.º Período

A análise ao impacto de curto prazo da procura e da oferta, no preço da *Cardano*, permite observar, no primeiro período, que apenas a variável número de *Cardanos* e o preço do petróleo, não apresentaram nenhum impacto estatisticamente significativo.

No que concerne às variáveis representativas das forças de mercado, verificou-se a curto prazo uma influência semelhante ao detetado para a Bitcoin, isto é, o número de endereços impacta negativamente a criptomoeda, enquanto o número de transações envolvendo a *Cardano* gera um impacto positivo. Apenas a taxa de câmbio USD/EUR apresentou um sinal distinto do verificado com a criptomoeda *dirty*, contrariando a hipótese formulada.

As variáveis representativas da atratividade do investimento apresentaram impactos positivos estatisticamente significativos, a curto prazo. No entanto, importa referir que, durante o primeiro período ainda não existia uma página referente à *Cardano* na Wikipédia, pelo que esta variável não foi considerada.

Nos fatores respeitantes aos desenvolvimentos financeiros e macroeconómicos globais, é possível observar que apenas o índice *Dow Jones* apresentou um impacto positivo estatisticamente significativo a curto prazo, ainda que deixe de ser significativo quando analisado nos modelos que conjugam os quatro fatores. A influência desta variável no preço da *Cardano* apresentou um sinal distinto do verificado com a Bitcoin.

Já o índice *Dow Jones Sustainability*, representativo dos ativos financeiros sustentáveis, apresentou um impacto positivo estatisticamente significativo, a curto prazo, à semelhança do verificado com a Bitcoin.

2.º Período

No segundo período, todas as séries em estudo apresentaram impactos estatisticamente significativos, a curto prazo, no preço da *Cardano*. Os impactos com maior relevância registam-se nas variáveis representativas da atratividade do investimento, o que pode evidenciar a importância deste fator na formação do preço da criptomoeda.

No que se refere às variáveis representativas das forças de mercado, existe evidência estatística do impacto negativo, a curto prazo, gerado pela oferta (número de *Cardanos*), por outro lado, a procura exerce no segundo período, um impacto positivo no preço da *Cardano* (número de endereço e transações e taxa de câmbio).

No que concerne às variáveis representativas da atratividade do investimento, tal como sucedido nos modelos com a Bitcoin, o impacto gerado apresentou tanto coeficientes positivos como negativos, ainda que a maioria sejam positivos, independentemente da série. Neste sentido, os impactos observados, corroboram, uma vez mais, o perspetivado.

As variáveis que simbolizam os desenvolvimentos financeiros e macroeconómicos globais e os ativos financeiros sustentáveis aparentam influenciar o preço da *Cardano*, a curto prazo, maioritariamente, de forma positiva, no período considerado.

Tabela 9 - Impactos a curto prazo nos modelos da *Cardano*, por período – número de desfasamentos significativos

Hipóteses/Modelos		H1				H2	H3	H4	H1 a H4				
		1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	3.1	4.1	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5
1.º Período													
Preço da *Cardano*		**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
1	Número de *Cardanos*	0	0	0						0		0	
	Número de transações *Cardano*	5			4					4		3	
	Número de endereços de *Cardano*		0		1				0		0		0
	Taxa de câmbio	1	0	0	1				0				0
2	Visualizações da *Cardano* na Wikipédia					N/A				N/A		N/A	
	Novas publicações					0					0	2	0
	Novos membros subscritos					1						1	
3	*Dow Jones Market Index*						1				0		0
	Preço Crude						0		0	0	0		
4	*Dow Jones Sustainability*							2	1		1		1
2.º Período													
Preço da *Cardano*		**4**	**4**	**3**	**5**	**2**	**5**	**3**	**4**	**4**	**0**	**6**	**1**
1	Número de *Cardanos*	7	2	2						2		1	
	Número de transações *Cardano*	4			4					3		2	
	Número de endereços de *Cardano*		1		1				0		1		2
	Taxa de câmbio	4	0	0	0				3				2
2	Visualizações da *Cardano* na Wikipédia					8				8		4	
	Novas publicações					7					5	5	4
	Novos membros subscritos					0						1	
3	*Dow Jones Market Index*						2				3		0
	Preço Crude						2		1	1	0		
4	*Dow Jones Sustainability*							4	3		2		2
3.º Período													
Preço da *Cardano*		**2**	**3**	**2**	**3**	**2**	**3**	**3**	**3**	**5**	**2**	**3**	**2**
1	Número de *Cardanos*	1	6	0						0		0	
	Número de transações *Cardano*	1			0					1		4	
	Número de endereços de *Cardano*		3		4				3		3		3
	Taxa de câmbio	1	1	1	1				0				1
2	Visualizações da *Cardano* na Wikipédia					6				4		5	
	Novas publicações					5					7	6	7
	Novos membros subscritos					0						0	
3	*Dow Jones Market Index*						1				1		1
	Preço Crude						2		1	1	1		
4	*Dow Jones Sustainability*							1	1		1		0

3.º Período

No último período em análise, regista-se uma diminuição generalizada do impacto das variáveis consideradas no preço da *Cardano*, sendo que, as séries representativas do fator atratividade mantêm-se como as variáveis com maior número de impactos estatisticamente significativos, à semelhança do sucedido nos modelos com a Bitcoin. De referir ainda que, a variável número de novos membros subscritos é a única variável que não regista nenhum impacto estatisticamente significativo a curto prazo.

Relativamente às variáveis representativas da procura e da oferta, o número de *Cardanos* mantém o impacto negativo sobre o preço da *Cardano*. Diferenciando-se do sucedido no segundo período, o número de endereços apresentou um impacto negativo, assemelhando-se ao sucedido com a Bitcoin. O número de transações envolvendo *Cardano*s apresentou novamente um impacto positivo, a curto prazo, no preço da criptomoeda. Contrariamente ao observado na Bitcoin, a taxa de câmbio, nos modelos com a *Cardano*, apresentou sempre um impacto positivo no preço da criptomoeda, não obstante o preço da *Cardano* também seja medido em dólares, como acontece na Bitcoin.

As variáveis representativas da atratividade do investimento, apresentaram tanto coeficientes positivos como negativos, tal como sucedido nos modelos com a Bitcoin, ainda que a maioria seja positivo, independentemente da série. Neste sentido, os impactos observados, corroboram, uma vez mais, o perspetivado. A relevância da atratividade do investimento no impacto a curto prazo no preço da *Cardano*, em comparação com o sucedido na Bitcoin, pode estar relacionada com o facto da *Cardano* ser uma criptomoeda mais recente que a Bitcoin, pelo que ainda pode estar numa fase em que é vital para os investidores saber mais sobre a moeda e participar na discussão com a comunidade.

A influência no preço da *Cardano* gerada, a curto prazo, pelos desenvolvimentos financeiros e macroeconómicos globais, medidos através do preço do petróleo e do índice *Dow Jones* mantém-se, maioritariamente, positiva. É de destacar que o impacto positivo verificado no índice *Dow Jones*, contraria a realidade observada nos modelos com a Bitcoin

Por fim, o impacto dos ativos financeiros sustentáveis, contabilizado através do índice *Dow Jones Sustainability*, apresentou uma influência positiva no preço da *Cardano*, a curto prazo, no terceiro período em análise, demonstrando uma disparidade do verificado com a Bitcoin. Efetivamente, sendo a *Cardano* uma criptomoeda *clean*, esta situação atesta a hipótese anteriormente formulada de que os investidores que tiverem uma maior preocupação ambiental tendem a direcionar os seus investimentos para ativos ambientalmente sustentáveis.

Em suma, a curto prazo, verificaram-se algumas dissemelhanças entre a Bitcoin e a *Cardano*, as quais podem resultar, nomeadamente, da diferença a nível ambiental entre as duas moedas (*dirty vs clean*) e por estas se encontrarem em fases de desenvolvimento distintas.

4.6 Impactos de longo prazo no preço das criptomoedas

As Tabelas 10, 11, 12, 13, 14 e 15 apresentaram os impactos a longo prazo dos quatro tipos de fatores determinantes do preço da Bitcoin. Por sua vez, as Tabelas 16, 17, 18, 19, 20 e 21 apresentaram os mesmos resultados respeitantes ao preço da *Cardano*.

De acordo com estes resultados, tanto o preço da Bitcoin, como o preço da *Cardano* estão relacionados a longo prazo com diversas variáveis consideradas nos modelos estimados. Considerou-se um nível de significância de pelo menos 10%, bem como um número máximo de 10 desfasamentos. A determinação do número ótimo de desfasamentos, para cada variável, foi obtida com recurso ao critério AIC.

Tabela 10 - Efeitos de longo prazo, nos modelos específicos com a Bitcoin, no 1.º período

Hipóteses/Modelos		**H1**				**H2**
		1.1	**1.2**	**1.3**	**1.4**	**2.1**
1	Número de Bitcoins	*a)*	*a)*	*a)*		
	Número de transações Bitcoin	-0,2671417			0,0012805	
	Número de endereços de Bitcoin		0,0015087*		0,0012805**	
	Taxa de câmbio	-545102,2	111684,3	-205364	123424,6	
2	Visualizações da Bitcoin na Wikipédia					0,466539
	Novas publicações					-87,38624
	Novos membros subscritos					-3,618219
3	*Dow Jones Market Index*					
	Preço Crude					
4	*Dow Jones Sustainability*					

Nota: *** variável significativa com um nível de significância de 1%; ** variável significativa com um nível de significância de 5%; e * variável significativa com um nível de significância de 10%. *a)* – omitido por motivo de multicolinieriedade

Tabela 11 - Efeitos de longo prazo, nos modelos gerais com a Bitcoin, no 1.º período

Hipóteses/Modelos		**H1 a H4**			
		5.1	**5.2**	**5.3**	**5.4**
1	Número de Bitcoins		*a)*		*a)*
	Número de transações Bitcoin		-0,1218516		-0,1216713
	Número de endereços de Bitcoin	0,0009025		0,0012089	
	Taxa de câmbio	70093,62			
2	Visualizações da Bitcoin na Wikipédia		-2,4248		0,6209335
	Novas publicações			41,58676*	-114,996
	Novos membros subscritos				-4,291844
3	*Dow Jones Market Index*			-0,6807757	
	Preço Crude	-15,02815	515,5991	91,15455	
4	*Dow Jones Sustainability*	14,95883		20,73203	

Nota: *** variável significativa com um nível de significância de 1%; ** variável significativa com um nível de significância de 5%; e * variável significativa com um nível de significância de 10%. *a)* – omitido por motivo de multicolinieriedade

No que se refere à primeira hipótese relativa às forças de mercado da procura e oferta da Bitcoin é possível observar, no primeiro período, que este fator não apresentou um impacto significativo no preço da Bitcoin. Apenas o número de endereços da Bitcoin

apresentou um impacto positivo, a longo prazo, no preço da moeda, quando analisado de forma isolada. De facto, nos modelos gerais, em que interagem os vários fatores considerados, não se verificou a influência a longo prazo de nenhuma variável representativa das forças de mercado.

No âmbito da segunda hipótese considerada, relativa ao impacto da atratividade do investimento no preço da Bitcoin, observa-se uma influência menor a longo prazo deste fator, em comparação com o detetado a curto prazo. No primeiro período, a variável novas publicações apresentou um impacto estatisticamente significativo no preço da Bitcoin, influenciando-o positivamente. O impacto positivo da referida variável pode resultar da mais valia gerada pelas informações trocadas entre os investidores para o aumento da procura da moeda, e consequentemente levar a um aumento do preço. Isto é, a troca de informações, gratuita, pode permitir a diminuição dos custos de transação e da incerteza para os investidores, o que aumenta a procura pela moeda.

Ainda relativamente às variáveis incluídas na segunda hipótese formulada, a inexistência de um impacto no preço da Bitcoin por parte das visualizações da página da Bitcoin na Wikipédia permite confirmar a ideia presente na literatura, de que a informação presente na Wikipédia tende a ser detida pela maioria dos utilizadores a longo prazo, tornando-se básica e por isso perdendo o impacto no preço da moeda.

No que concerne à hipótese da influência dos desenvolvimentos financeiros e macroeconómicos globais, no preço da Bitcoin, verificou-se que estes não exercem um impacto a longo prazo. De facto, estes resultados apontam para uma conclusão diferente de Wijk (2013), uma vez que não se deteta nenhuma influência, a longo prazo, no preço da Bitcoin, por variações do índice *Dow Jones*, ou do preço do petróleo.

Por fim, no primeiro período, não se verificou evidência estatística do impacto gerado, a longo prazo, no preço da Bitcoin, pelos ativos financeiros sustentáveis.

No segundo período considerado, o número de transações envolvendo a Bitcoin apresentou uma influência positiva, a longo prazo, no preço da criptomoeda, em linha com o esperado, conforme as Tabelas 12 e 13. De salientar que esta premissa se verificou, concomitantemente, nos modelos específicos que consideram apenas o fator força de mercado e nos modelos gerais.

Tabela 12 - Efeitos de longo prazo, nos modelos específicos com a Bitcoin, no 2.º período

Hipóteses/Modelos		H1				H2
		1.1	1.2	1.3	1.4	2.1
1	Número de Bitcoins	*a)*	*a)*	*a)*		
	Número de transações Bitcoin	0,2194641			0,2728627**	
	Número de endereços de Bitcoin		-0,0149345		0,0020321	
	Taxa de câmbio	-677923,7*	-1852246	-596241,2*	-627550,2	
2	Visualizações da Bitcoin na Wikipédia					-0,4298151
	Novas publicações					-204,1526
	Novos membros subscritos					5,26082
3	*Dow Jones Market Index*					
	Preço Crude					
4	*Dow Jones Sustainability*					

Nota: *** variável significativa com um nível de significância de 1%; ** variável significativa com um nível de significância de 5%; e * variável significativa com um nível de significância de 10%. *a)* – omitido por motivo de multicolinieriedade

Tabela 13 - Efeitos de longo prazo, nos modelos gerais com a Bitcoin, no 2.º período

Hipóteses/Modelos		H1 a H4			
		5.2	5.3	5.4	5.5
1	Número de Bitcoins	*a)*		*a)*	
	Número de transações Bitcoin	0,3466399*		0,3945998	
	Número de endereços de Bitcoin		0,0654371		0,0346973
	Taxa de câmbio				-1563120
2	Visualizações da Bitcoin na Wikipédia	-0,4434146		-0,4591467	
	Novas publicações		-98,75	-100,1539	-44,69399
	Novos membros subscritos			2,940755	
3	*Dow Jones Market Index*		-136,853		-93,74366
	Preço Crude	1396,603	3240,113		
4	*Dow Jones Sustainability*		691,7253		762,0816

Nota: *** variável significativa com um nível de significância de 1%; ** variável significativa com um nível de significância de 5%; e * variável significativa com um nível de significância de 10%. *a)* – omitido por motivo de multicolinieriedade

Ainda no segundo período, deteta-se o impacto negativo da taxa de câmbio no preço da criptomoeda, todavia esta influência apenas é identificada nos modelos específicos, deixando este impacto de ser estatisticamente significativo na presença dos restantes fatores considerados (modelos gerais). A influência negativa detetada está em linha com a hipótese formulada.

As variáveis representativas da atratividade do investimento, no segundo período, em que as criptomoedas estavam em fraco crescimento, não apresentaram um impacto estatisticamente significativo no preço da Bitcoin.

Assim como verificado no primeiro período, as variáveis representativas da segunda (atratividade do investimento) e da terceira (desenvolvimento macroeconómico e financeiros globais) hipóteses formuladas, não apresentaram impactos estatisticamente significativos, a longo prazo, no preço da Bitcoin.

Tabela 14 - Efeitos de longo prazo, nos modelos específicos com a Bitcoin, no 3º período

Hipóteses/Modelos		H1				H2
		1,1	**1,2**	**1,3**	**1,4**	**2,1**
1	Número de Bitcoins	*a)*	*a)*	*a)*		
	Número de transações Bitcoin	-0,0263637			0,0239587	
	Número de endereços de Bitcoin		-0,0016088		-0,0022566	
	Taxa de câmbio	225687,1***	172604,4***	228944,0***	152876,7**	
2	Visualizações da Bitcoin na Wikipédia					1,395419
	Novas publicações					26,01382**
	Novos membros subscritos					-2,362362
3	*Dow Jones Market Index*					
	Preço Crude					
4	*Dow Jones Sustainability*					

Nota: *** variável significativa com um nível de significância de 1%; ** variável significativa com um nível de significância de 5%; e * variável significativa com um nível de significância de 10%. *a)* – omitido por motivo de multicolinieriedade

Tabela 15 - Efeitos de longo prazo, nos modelos gerais com a Bitcoin, no 3.º período

Hipóteses/Modelos		H1 a H4				
		5.1	**5.2**	**5.3**	**5.4**	**5.5**
1	Número de Bitcoins		*a)*		*a)*	
	Número de transações Bitcoin		0,0080613		0,0274926	
	Número de endereços de Bitcoin	-0,0018327		-0,0017099		-0,0015255
	Taxa de câmbio	184297,5				140512,7
2	Visualizações da Bitcoin na Wikipédia		2,583169***		1,575988*	
	Novas publicações			6,482442	24,69921**	3,847436
	Novos membros subscritos				-2,129792	
3	*Dow Jones Market Index*			-2,619702		-1,693247
	Preço Crude	10,25827	-347,8273	-42,97821		
4	*Dow Jones Sustainability*	-8,491417		69,80888**		19,49847

Nota: *** variável significativa com um nível de significância de 1%; ** variável significativa com um nível de significância de 5%; e * variável significativa com um nível de significância de 10%. *a)* – omitido por motivo de multicolinieriedade

No último período analisado, considerando as forças de mercado, apenas a variável taxa de câmbio apresentou um impacto, estatisticamente significativo, sendo o mesmo positivo, à semelhança do observado no cenário a curto prazo. Contudo, o referido impacto é detetado apenas nos modelos específicos.

No que concerne às variáveis incluídas na segunda hipótese considerada, relativa ao impacto da atratividade do investimento no preço da Bitcoin, no terceiro período, as visualizações da página da Bitcoin na Wikipédia apresentaram um impacto positivo no preço da Bitcoin, a longo prazo, contrariando estudos anteriores. Assim, a premissa formulada pode ignorar o facto da entrada de novos investidores no mercado das criptomoedas, com menos conhecimentos, encontrarem na Wikipédia o primeiro motor de recolha de informação, podendo assim ter um impacto sobre o preço da criptomoeda. Não obstante, os dados analisados apontam para uma maior influência das publicações

relacionadas com as criptomoedas, o que pode ser motivado por estas publicações estarem relacionadas com investidores informados, captando a sua atenção relativamente ao que acontece no mercado diariamente, exercendo, assim, uma maior influência, em contrapartida à informação da Wikipédia que permanece estática por mais tempo.

Importa ainda salientar o facto de se detetar em todos os períodos uma influência positiva das novas publicações no preço da Bitcoin, o que pode estar relacionado com o facto de nos períodos analisados o impacto das notícias (discussões) positivas ou neutras ter sido predominante. Neste sentido, não se descarta a hipótese formulada de que o impacto gerado possa ser tanto positivo como negativo, dependendo do caráter abonatório ou não das informações geradas.

Relativamente à hipótese da influência dos desenvolvimentos financeiros e macroeconómicos globais, no preço da Bitcoin, verificou-se que estes não exercem um impacto a longo prazo.

No último período, contrariamente ao detetado no cenário a curto prazo, verificou-se um impacto positivo dos ativos financeiros sustentáveis no preço da Bitcoin (modelo 5.3). A influência positiva deste fator no preço da Bitcoin pode resultar do facto de ainda não existir um conhecimento suficientemente alargado do impacto ambientalmente nefasto da Bitcoin, em comparação com criptomoedas *clean*, capaz de poder influenciar o preço da moeda a longo prazo.

Tabela 16 - Efeitos de longo prazo, nos modelos específicos com a *Cardano*, no 1.º período

Hipóteses/Modelos		**H1**				**H2**	**H3**
		1.1	**1.2**	**1.3**	**1.4**	**2.1**	**3.1**
1	Número de *Cardanos*	-5,25E-11	-1,12E-10	-1,32E-10			
	Número de transações *Cardano*	0,0000155***			0,0000219***		
	Número de endereços de *Cardano*		4,18E-06		-1,24E-06		
	Taxa de câmbio	0,4218049	0,2419198	0,6727377	0,55133**		
2	Visualizações da *Cardano* na Wikipédia						
	Novas publicações					-0,0005223	
	Novos membros subscritos					0,0002664	
3	*Dow Jones Market Index*						0,0000154
	Preço Crude						-0,0028595
4	*Dow Jones Sustainability*						

Nota: *** variável significativa com um nível de significância de 1%; ** variável significativa com um nível de significância de 5%; e * variável significativa com um nível de significância de 10%.

A análise ao impacto das forças de mercado no preço da *Cardano*, a longo prazo evidencia uma maior influência deste fator no preço da *Cardano*, em relação ao previamente verificado no preço da Bitcoin. Em relação ao lado da procura verificou-se o impacto positivo, estatisticamente significativo do número de transações no preço da *Cardano*. Adicionalmente, observa-se ainda um impacto positivo da taxa de câmbio USD\EUR no preço da *Cardano*, todavia este impacto é detetado apenas nos modelos específicos, como verificado com a Bitcoin.

Tabela 17 - Efeitos de longo prazo, nos modelos gerais com a *Cardano*, no 1.º período

Hipóteses/Modelos		**H1 a H4**				
		5.1	**5.2**	**5.3**	**5.4**	**5.5**
1	Número de *Cardanos*		-6,29E-11		-2,58E-11	
	Número de transações *Cardano*		0,0000233***		0,0000192***	
	Número de endereços de *Cardano*	-8,27E-07		-3,34E-07		-3,90E-06
	Taxa de câmbio	0,6437812				0,4679419
2	Visualizações da *Cardano* na Wikipédia					
	Novas publicações			0,000142	0,0001294**	0,0001505
	Novos membros subscritos				-1,17E-06	
3	*Dow Jones Market Index*			-0,0000614***		-0,0000432**
	Preço Crude	-0,0011825	0,0008852	0,002481**		
4	*Dow Jones Sustainability*	0,000207		0,0010536***		0,0009153***

Nota: *** variável significativa com um nível de significância de 1%; ** variável significativa com um nível de significância de 5%; e * variável significativa com um nível de significância de 10%.

No que concerne ao segundo fator referente ao impacto da atratividade do investimento, no preço da *Cardano*, foi possível verificar, no primeiro período, um impacto reduzido no preço da criptomoeda. Neste sentido, apenas as novas publicações apresentaram um impacto estatisticamente significativo no preço da *Cardano*, sendo este positivo. Importa salientar que, no primeiro período ainda não existia uma página dedicada à *Cardano* na Wikipédia, pelo que o efeito desta variável não pôde ser contabilizado.

No que respeita ao impacto dos desenvolvimentos financeiros e macroeconómicos globais observa-se uma situação distinta ao verificado nos modelos envolvendo a Bitcoin. De facto, verificou-se um impacto positivo do preço do petróleo no preço da *Cardano*. Por sua vez, o índice *Dow Jones* evidencia um impacto negativo no preço da criptomoeda, no primeiro período.

Relativamente à última hipótese considerada observa-se um impacto positivo da evolução dos ativos financeiros sustentáveis no preço da *Cardano*, no primeiro período em análise, em linha com o esperado.

Tabela 18 - Efeitos de longo prazo, nos modelos específicos com a *Cardano*, no 2.º período

Hipóteses/Modelos		H1			H2
		1.2	1.3	1.4	2.1
1	Número de *Cardanos*	1,12e-09***	1,35e-09***		
	Número de transações *Cardano*			0,0000332***	
	Número de endereços de *Cardano*	1,26E-07		1,35E-07	
	Taxa de câmbio	7,801535*	10,13217**	2,447115	
2	Visualizações da *Cardano* na Wikipédia				-0,0001389
	Novas publicações				0,0008886**
	Novos membros subscritos				0,0000356
3	*Dow Jones Market Index*				
	Preço Crude				
4	*Dow Jones Sustainability*				

Nota: *** variável significativa com um nível de significância de 1%; ** variável significativa com um nível de significância de 5%; e * variável significativa com um nível de significância de 10%.

Tabela 19 - Efeitos de longo prazo, nos modelos gerais com a *Cardano*, no 2.º período

Hipóteses/Modelos		H1 a H4		
		5.3	5.4	5.5
1	Número de *Cardanos*		1,50E-10	
	Número de transações *Cardano*		0,000043***	
	Número de endereços de *Cardano*	-3,38e-07**		-2,80E-07
	Taxa de câmbio			-4,888836
2	Visualizações da *Cardano* na Wikipédia		-0,0000329	
	Novas publicações	0,0002977***	-0,0003235	0,0003447**
	Novos membros subscritos		9,53E-06	
3	*Dow Jones Market Index*	0,0004833***		0,0004064**
	Preço Crude	0,0479899***		
4	*Dow Jones Sustainability*	-0,0062134***		-0,001775

Nota: *** variável significativa com um nível de significância de 1%; ** variável significativa com um nível de significância de 5%; e * variável significativa com um nível de significância de 10%.

No que concerne às variáveis representativas das forças de mercado, verificou-se no segundo período um impacto positivo da oferta de *Cardanos* (número de *Cardanos*), no seu preço, contrariamente ao esperado. Em relação ao lado da procura, como observado no primeiro período, é visível o impacto positivo do número de transações no preço da criptomoeda. Apenas o número de endereços apresentou um impacto negativo no preço da *Cardano*, no segundo período. Por sua vez, a taxa de câmbio USD\EUR apresentou o mesmo sinal de influência detetado no primeiro período.

Relativamente ao impacto da atratividade do investimento, a longo prazo, no preço da *Cardano,* não obstante se considere a influência do número de visualizações na

Wikipédia, verificou-se uma situação semelhante ao observado no primeiro período, ou seja, apenas as novas publicações é que exercem um impacto no preço da criptomoeda.

No que se refere às variáveis que contabilizam o impacto dos desenvolvimentos financeiros e macroeconómicos globais, observa-se um impacto positivo a longo prazo, tanto do preço do petróleo como do índice *Dow Jones*, contrariamente ao verificado no período anterior.

Por último, a análise efetuada no segundo período ao impacto dos ativos financeiros sustentáveis no preço da *Cardano*, aponta para um impacto estatisticamente significativo negativo no preço da criptomoeda, contrariando evidências de estudos anteriores. Os resultados obtidos podem indicar que os modelos previamente estimados, presentes na literatura, podem estar enviesados por não considerarem a presença de outros fatores, nomeadamente, das forças de mercado, da atratividade do investimento e dos desenvolvimentos financeiros e macroeconómicos globais.

Tabela 20 - Efeitos de longo prazo, nos modelos específicos com a *Cardano*, no 3.º período

Hipóteses/Modelos		**H1**			**H2**
		1.1	**1.2**	**1.4**	**2.1**
1	Número de *Cardanos*	-4,51E-10***	2,41E-11		
	Número de transações *Cardano*	-0,0000139**		-5,03E-06	
	Número de endereços de *Cardano*		-8,43E-07***	-7,24e-07***	
	Taxa de câmbio	4,641476*	1,952529	3,517867	
2	Visualizações da *Cardano* na Wikipédia				0,0003652*
	Novas publicações				0,0011766**
	Novos membros subscritos				-0,0000743**
3	*Dow Jones Market Index*				
	Preço Crude				
4	*Dow Jones Sustainability*				

Nota: *** variável significativa com um nível de significância de 1%; ** variável significativa com um nível de significância de 5%; e * variável significativa com um nível de significância de 10%.

No terceiro período, conclui-se sobre o impacto de longo prazo de diversas variáveis representativas das forças de mercado, verificando-se que as variáveis que medem a procura apresentaram um impacto negativo no preço da criptomoeda. Esta relação pode ser um reflexo do desinvestimento de que a *Cardano* foi alvo no decorrer deste período, contrariamente ao crescimento verificado no decorrer do segundo período. Assim como verificado no período anterior, a oferta da *Cardano* exerce um impacto positivo, a longo prazo, no preço da criptomoeda. Relativamente à taxa de câmbio, não se verificaram evidências significativas da influência desta variável no preço da *Cardano*, a longo prazo.

Tabela 21 - Efeitos de longo prazo, nos modelos gerais com a *Cardano*, no 3.º período

Hipóteses/Modelos		H1 a H4				
		5.1	**5.2**	**5.3**	**5.4**	**5.5**
1	Número de *Cardanos*		-1,88E-10***		-1,58E-10***	
	Número de transações *Cardano*		-4,81E-06***		-4,52E-06***	
	Número de endereços de *Cardano*	-7,99E-07***		-2,64E-07*		-3,14E-07**
	Taxa de câmbio	-0,2732641				-1,235364
2	Visualizações da *Cardano* na Wikipédia		0,0006065***		0,0005109***	
	Novas publicações			0,0016025***	0,0003998	0,0014637***
	Novos membros subscritos				-0,0000278	
3	*Dow Jones Market Index*			0,0001346		0,0000377
	Preço Crude	-0,0051937	-0,0025276	0,0079723		
4	*Dow Jones Sustainability*	0,0007267		-0,0018593		-0,0001247

Nota: *** variável significativa com um nível de significância de 1%; ** variável significativa com um nível de significância de 5%; e * variável significativa com um nível de significância de 10%.

No que respeita ao impacto da atratividade do investimento, a longo prazo, no preço da *Cardano* foi possível verificar, no terceiro período, que as variáveis visualizações na Wikipédia e as novas publicações exercem um impacto positivo no preço da criptomoeda, enquanto os novos membros subscritos do fórum online contribuem para um decréscimo do preço da *Cardano*.

Relativamente ao impacto dos desenvolvimentos financeiros e macroeconómicos globais, no último período analisado, pôde verificar-se que as variáveis representativas do fator em análise não apresentaram um impacto a longo prazo no preço da *Cardano*, em linha com o observado nos modelos com a Bitcoin.

Por fim, os dados referentes à estimação dos modelos que integram a variável que contabiliza os ativos financeiros sustentáveis apontam para a inexistência de uma relação de longo prazo entre a referida variável e o preço da *Cardano*, contrariamente ao concluído por Sharif et al. (2023).

CAPÍTULO V - Conclusão

Ao longo da última década surgiram inúmeras criptomoedas, apresentando diferentes caraterísticas, nomeadamente, em termos de consumo energético. Parafraseando King & Koutmos (2021), embora as criptomoedas tenham-se tornado bastante populares, há que salientar que a evolução dos seus preços ainda não está totalmente clara e compreensível. O principal objetivo desta dissertação passa por clarificar os determinantes do preço das criptomoedas, a curto e longo prazo, contrapondo os casos da Bitcoin e da *Cardano*, respetivamente, uma criptomoeda *dirty* e uma *clean*.

De modo a prosseguir com o referido estudo, analisou-se a influência de quatro tipologias de determinantes diferenciadas, designadamente, as forças de mercado da oferta e da procura, a atratividade do investimento na criptomoeda, os desenvolvimentos macroeconómicos e financeiros globais e o desenvolvimento dos ativos financeiros sustentáveis. De referir ainda que, este trabalho testou, de forma pioneira, o impacto dos quatro fatores referidos nas duas moedas estudadas.

O estudo dos determinantes do preço das criptomoedas teve como ponto de partida a derivação de um modelo econométrico baseado no modelo do ouro de Barro (1979), agrupando adicionalmente a informação de fatores específicos adicionais, analisados em estudos anteriores referentes às variáveis que influenciam o preço das criptomoedas. No seguimento das hipóteses testadas recorreu-se a métodos de análise de séries temporais para analisar o impacto de diversas variáveis no preço das criptomoedas consideradas, a curto e longo prazo. Para o efeito, considerou-se dados entre julho de 2018 e junho de 2023. O espaço temporal considerado é repartido em três períodos distintos, considerando as diferenças detetadas na formação dos preços.

Os resultados obtidos permitem confirmar alguns pressupostos perspetivados, bem como verificar diferentes conclusões entre as moedas analisadas. No que respeita às forças de mercado da oferta e procura das criptomoedas, não se verificou um impacto significativo do lado da oferta na Bitcoin, ainda que o lado da procura exerça algum impacto no preço da criptomoeda, principalmente a curto prazo. No caso da *Cardano* regista-se uma maior influência destas variáveis no preço da criptomoeda, principalmente nos dois primeiros períodos. Contrariamente à Bitcoin, a dimensão da economia da *Cardano* tem um forte impacto no seu preço, esta situação pode resultar do facto da oferta de moeda ser exógena, pelo que à medida que a criptomoeda se vai estabelecendo no

mercado, esta variável acabou por apresentar um menor impacto no preço. Deste modo pode ser explicada a diferença encontrada entre a Bitcoin e a *Cardano*.

No que respeita ao segundo fator considerado, os resultados obtidos apontam para uma forte influência, a curto prazo, da informação referente às criptomoedas disponibilizada online, seja ela de caráter generalista (visualizações da página na Wikipédia) ou referente a atualizações diárias (novas publicações). De referir ainda que, o impacto gerado por estas informações pode resultar do seu papel informativo e instigador da procura por estas moedas, podendo ainda contribuir para a especulação em volta das criptomoedas, apenas com influência a curto prazo.

A longo prazo, nos dois primeiros períodos observados, não se verificou um impacto das variáveis representativas da atratividade do investimento no preço da Bitcoin. Apenas no terceiro período, onde se observou o decréscimo do valor das criptomoedas, voltou-se a registar um impacto das referidas variáveis no preço da criptomoeda. Por sua vez, no caso da *Cardano*, registou-se maioritariamente, o impacto das novas publicações no preço da criptomoeda. Em ambas as criptomoedas, encontraram-se evidências da influência das informações de caráter geral no preço das mesmas, a longo prazo, no terceiro período observado. Os resultados obtidos podem evidenciar um menor impacto da atratividade do investimento em criptomoedas, em momentos de expansão e solidificação da sua presença no mercado, como se verificou nos dois primeiros períodos, em especial no caso da Bitcoin.

Relativamente aos desenvolvimentos macroeconómicos e financeiros globais, os resultados obtidos não permitem consolidar o impacto deste fator no preço das criptomoedas como relatado em estudos presentes na literatura, todavia atesta as mais recentes evidências, especificamente, para o caso da Bitcoin. Importa referir que a curto prazo, tanto na Bitcoin, como na *Cardano* encontraram-se evidências do impacto tanto do índice *Dow Jones* quanto do preço do petróleo no preço de ambas as moedas. No entanto, a longo prazo não existem evidências estatisticamente significativas do impacto no preço da Bitcoin, como observado por Ciaian, Rajcaniova, & Kancs (2016). Não obstante, no que respeita à *Cardano*, foram detetadas evidências do impacto a longo prazo do desenvolvimento macroeconómico e financeiro global no preço da criptomoeda, nos primeiros dois períodos analisados. Os resultados obtidos podem indicar uma maior influência do desenvolvimento macroeconómico e financeiro global, no preço das criptomoedas, enquanto estas ainda se estão a consolidar no mercado como uma novidade, à semelhança do detetado por Wijk (2013), para o caso da Bitcoin.

Por último, no que se refere à última hipótese considerada relativa à influência dos ativos financeiros sustentáveis no preço das criptomoedas, os resultados obtidos não permitem confirmar a influência detetada em estudos anteriores. A curto prazo verificaram-se impactos estatisticamente significativos do referido fator, medido pelo índice *Dow Jones Sustainability,* no preço de ambas as criptomoedas em análise. Em particular, nos dois primeiros períodos analisados, verificou-se um impacto positivo deste fator no preço das duas criptomoedas, todavia no terceiro período a criptomoeda *clean* foi afetada positivamente, enquanto a criptomoeda *dirty* foi impactada negativamente.

De facto, as evidências verificadas no terceiro período contrariam as conclusões presentes na literatura, podendo traduzir uma mudança no comportamento dos investidores que apresentaram uma maior preocupação a nível ambiental. Não obstante, apenas se verificou um impacto deste fator a curto prazo, não sendo observável os impactos a longo prazo para nenhuma das criptomoedas consideradas, em nenhum dos períodos temporais. Por conseguinte, os resultados da presente análise sublinham a importância de analisar simultaneamente os diferentes fatores que influenciam o preço da criptomoedas, uma vez que os resultados podem ser tendenciosos quando se analisa um fator de cada vez.

A formação do preço das criptomoedas é muito importante tanto ao nível da definição da política monetária geral, como do ponto de vista da consolidação das criptomoedas como meio de troca para a economia global. As conclusões obtidas contribuem para uma melhor compreensão dos fatores determinantes subjacentes às enormes flutuações de preços das criptomoedas nos últimos anos.

Neste sentido, com o presente estudo foi possível clarificar de forma mais aprofundada os determinantes do preço das criptomoedas, demonstrando que diferentes fatores podem ter impactos variados e que a análise deve considerar tanto os determinantes de curto prazo quanto os de longo prazo. Além disso, foi possível testar com sucesso o impacto de quatro fatores determinantes no preço das criptomoedas Bitcoin e *Cardano*, concluído diferentes comportamentos entre as duas criptomoedas. No entanto, no futuro, poderia ser benéfico expandir a análise para incluir mais criptomoedas de ambas as tipologias para obter uma visão mais abrangente de como diferentes moedas reagem a esses determinantes. Além disso, pode ainda aprofundar-se o estudo com diferentes categorias de determinantes específicos para compreender melhor os seus efeitos, tanto a curto como a longo prazo e explorar como esses determinantes podem mudar ao longo do tempo, considerando diferentes criptomoedas. A análise com recurso

a dados de painel considerando diversas criptomoedas das duas tipologias consideradas pode contribuir para uma análise mais precisa e para o estudo de padrões ou ciclos de mercado.

É de salientar que, os resultados obtidos foram possíveis através da formação de um modelo econométrico baseado no modelo de Barro (1979), todavia estudos futuros podem passar pelo apuramento do modelo econométrico e a exploração de outras abordagens analíticas para aumentar a precisão na previsão dos preços das criptomoedas.

Por fim, o presente estudo permitiu ainda alcançar um melhor conhecimento das flutuações do preço das criptomoedas analisadas, no entanto, importa referir que este tema carece, evidentemente, de mais investigação, a qual pode contemplar, por exemplo, a análise das flutuações de preços, identificando eventos específicos que possam causar variações significativas e como essas flutuações afetam os investidores e os mercados.

Concluindo, o presente estudo preencheu algumas lacunas no conhecimento existente sobre os determinantes do preço das criptomoedas, providenciando informações valiosas para a comunidade científica, investidores, reguladores e outros interessados no mercado das criptomoedas, em rápida evolução.

Em primeiro lugar, no que respeita ao conhecimento científico, foi possível retirar algumas ilações acerca da complexidade do mercado das criptomoedas, revelando que diversos fatores podem influenciar os preços em diferentes momentos, enriquecendo o conhecimento académico relativo a dinâmica deste mercado. A destacar ainda a influência da sustentabilidade no preço das criptomoedas *clean*, contribuindo para a literatura em finanças sustentáveis, demostrando como questões ambientais estão a começar a afetar decisões de investimento em criptomoedas.

Além disso, é ainda visível o contributo do presente estudo para a importância da diversificação do portfólio, destacando a importância de considerar criptomoedas como parte de uma estratégia de diversificação de portfólio, baseada na influência da atratividade do investimento a curto e longo prazo. A este respeito, de salientar as evidências sobre a volatilidade do preço das criptomoedas, a curto prazo, motivadas por informações online, podendo constituir um contributo interessante para investigações futuras relativamente ao impacto dos comportamentos dos investidores nos mercados financeiros.

Em segundo lugar, relativamente às implicações do presente estudo ao nível dos mercados e dos investidores, há a destacar que as conclusões obtidas podem auxiliar possíveis investidores a entender melhor os fatores que podem influenciar o preço das

criptomoedas e, assim, tomar decisões de investimento mais informadas. A título de exemplo, os resultados obtidos ao nível da sustentabilidade e da sua crescente importância podem levar os investidores a considerar não apenas o potencial do retorno financeiro das criptomoedas, mas também o seu impacto ambiental nas suas estratégias.

Em último lugar, ao nível de possíveis implicações para reguladores, de destacar a possível utilidade do presente estudo para entender melhor as dinâmicas do mercado de criptomoedas e considerar políticas que promovam a transparência e a estabilidade do mercado, especialmente em relação à sustentabilidade e à volatilidade. Ademais referir que, a identificação dos fatores que afetam o preço das criptomoedas possibilita aos reguladores mecanismos de avaliar os riscos associados às criptomoedas e tomar medidas para proteger os investidores e a estabilidade financeira.

REFERÊNCIAS

Adebola, S. S., Gil-Alana, L. A., & Madigu, G. (2019). Gold prices and the cryptocurrencies: Evidence of convergence and cointegration. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 523*, 1227-1236. Obtido de https://doi.org/10.1016/j.physa.2019.04.123

Albayati, H., Kim, S. K., & Rho, J. J. (2020). Accepting financial transactions using blockchain technology and cryptocurrency: A customer perspective approach. *Technology in Society, 62*. Obtido de https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101320

Anderson, B. (2023). tick-by-tick level measurement of the lead-lag duration. *Investment Management and Financial Innovations, 20*(1), 174-183. doi:10.21511/imfi.20(1).2023.15

Bakar, N. A., Rosbi, S., & Uzaki, K. (2017). Cryptocurrency Framework Diagnostics from Islamic Finance Perspective: A New In-sight of Bitcoin System Transaction. *International Journal of Management Science and Business Administration*(4), 19-28.

Barber, B. M., & Odean, T. (2008). All That Glitters: The Effect of Attention and News on the Buying Behavior of Individual and Institutional Investors. *The Review of Financial Studies, 21*(2), 785–818. doi:10.1093/rfs/hhm079

Barber, S., Boyen, X., Shi, E., & Uzun, E. (2012). Bitter to Better — How to Make Bitcoin a Better Currency. Em A. Keromytis (Ed.), *Financial Cryptography and Data Security. FC 2012. Lecture Notes in Computer Science. 7397*, pp. 399–414. Springer, Berlin, Heidelberg. Obtido de https://doi.org/10.1007/978-3-642-32946-3_29

Bariviera, A. F., Basgall, M. J., Hasperué, W., & Naiouf, M. (2017). Some stylized facts of the Bitcoin market. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 82-90. Obtido de https://doi.org/10.1016/j.physa.2017.04.159

Barro, R. J. (1979). Money and the Price Level Under the Gold Standard. *The Economic Journal, 89*(353), 13-33. Obtido de https://doi.org/10.2307/2231404

Bejan, C. A., Bucerzan, D., & Crăciun, M. D. (2023). Bitcoin price evolution versus energy consumption; trend analysis. *APPLIED ECONOMICS, 55*(13), 1497–1511. Obtido de https://doi.org/10.1080/00036846.2022.2097194

Bloomenthal, A. (11 de maio de 2022). *What Determines Bitcoin's Price?* Obtido de Investopedia: https://www.investopedia.com/tech/what-determines-value-1-bitcoin/

Board of Governors of the Federal Reserve System. (24 de junho de 2023). *Foreign Exchange Rates*. Obtido de Federal Reserve System: https://www.federalreserve.gov/releases/H10/default.htm

Bouoiyour, J., & Selmi, R. (2015). What Does Bitcoin Look Like? *Annals of Economics and Finance, 16*(2), 449-492.

Bouoiyour, J., Selmi, R., & Tiwari, A. (2014). Is Bitcoin business income or speculative bubble? Unconditional vs. conditional frequency domain analysis. *Annals of Financial Economics, 10*(2), 1-23.

Bucerzan, D., & Bejan, C. A. (2021). Blockchain. Today Applicability and Implications. Em V. Balas, L. Jain, M. Balas, & S. Shahbazova, *International Workshop Soft Computing Applications. SOFA 2018. Advances in Intelligent Systems and Computing* (Vol. 1221). Cham: Springer. Obtido de https://doi.org/10.1007/978-3-030-51992-6_13

Buchholz, M., Delaney, J., Warren, J., & Parker, J. (2012). *Bits and Bets, Information, Price Volatility, and Demand for BitCoin, Economics 312.* Obtido de bitcointrading.com: www.bitcointrading.com/pdf/bitsandbets.pdf

Cardano Organisation. (s.d.). *Discover Cardano.* Obtido em 26 de julho de 2023, de *Cardano*: https://*Cardano*.org/discover-*Cardano*#purpose,

Ciaian, P., Rajcaniova, M., & Kancs, d. (2016). The Digital Agenda of Virtual Currencies. Can BitCoin Become a Global Currency? *Information Systems and e-Business Management, 14*. Obtido de https://doi.org/10.1007/s10257-016-0304-0

Ciaian, P., Rajcaniova, M., & Kancs, d. (2016). The economics of BitCoin price formation. *Applied Economics*, 1799-1815. doi:10.1080/00036846.2015.1109038

Clemente, J., Montañés, A., & Reyes, M. (1998). Testing for a unit root in variables with a double change in the mean. *Economics Letters, 59*(2), 175-182. Obtido de https://doi.org/10.1016/S0165-1765(98)00052-4

Corbet, S., & Yarovaya, L. (2020). The environmental effects of cryptocurrencies. Em S. Corbet, A. Urquhart, & L. Yarovaya, *Cryptocurrency and Blockchain Technology* (pp. 149-184). Berlin, Boston: De Gruyter. Obtido de https://doi.org/10.1515/9783110660807-009

Corbet, S., Lucey, B., & Yarovaya, L. (2021). Bitcoin-energy markets interrelationships - New evidence. *Resources Policy, 70*. Obtido de https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101916

Dimitrova, D. (2005). The Relationship between Exchange Rates and Stock Prices: Studied in a Multivariate Model. *Issues in Political Economy, 14*, 1-25.

Dyhrberg, A. H. (2016). Hedging capabilities of bitcoin. Is it the virtual gold? *Finance Research Letters, 16*, 139-144.

Elliott, G., Rothenberg, T. J., & Stock, J. H. (1996). Efficient Tests for an Autoregressive Unit Root. *Econometrica, 64*(4), 813-836. Obtido de https://doi.org/10.2307/2171846

Engle, R. F., & Granger, C. W. (1987). Co-integration and error correction: Representation, estimation and testing. *Econometrica, 55*(2), 251-276. Obtido de https://doi.org/10.2307/1913236

Federal Reserve Bank of St. Louis. (24 de junho de 2023). *Dow Jones Industrial Average (DJIA*). Obtido de FRED Economic Data - St. Louis FED: https://fred.stlouisfed.org/series/DJIA

Frisby, D. (2014). *Bitcoin: the Future of Money?* Londres: Unbound London Publishing.

Gallersdorfer, U., Stoll, C., & Klaaßen, L. (16 de setembro de 2020). Energy Consumption of Cryptocurrencies Beyond Bitcoin. *Joule*, pp. 1-4. doi:10.1016/j.joule.2020.07.013

Gervais, S., Kaniel, R., & Mingelgrin, D. H. (2001). The High-Volume Return Premium. *The Journal of Finance, 56*, 877–919. doi:10.1111/0022-1082.00349

Glaser, F., Zimmermann, K., Martin, H., Moritz, Weber, C., & Siering, M. (2014). Bitcoin - Asset or Currency? Revealing Users' Hidden Intentions. *ECIS.*

Greco, T. H. (2001). *Money: Understanding and Creating Alternatives to Legal Tender.* White River Junction, Vermont: Chelsea Green Publishing.

Grullon, G., Kanatas, G., & Weston, J. P. (2004). Advertising, Breadth of Ownership, and Liquidity. *The Review of Financial Studies, 17*, 439–461. Obtido de https://doi.org/10.1093/rfs/hhg039

Guizani, S., & Nafti, I. K. (2019). The Determinants of Bitcoin Price Volatility: An Investigation With ARDL Model. *Procedia Computer Science, 164*, 233–238. doi:10.1016/j.procs.2019.12.177

Hamilton, J. D. (1994). *Time Series Analysis.* Princeton: Princeton University Press. Obtido de https://doi.org/10.2307/j.ctv14jx6sm

Haq, I. U., & Bouri, E. (2022). Sustainable versus Conventional Cryptocurrencies in the Face of Cryptocurrency Uncertainty Indices: An Analysis across Time and Scales. *Journal of Risk and Financial* , 15. doi:10.3390

Haq, I. U., Maneengam, A., Chupradit, S., & Huo, C. (2023). Are green bonds and sustainable cryptocurrencies truly sustainable? Evidence from a wavelet coherence analysis. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja, 36*(1), 807-826. doi:10.1080/1331677X.2022.2080739

Haq, I. U., Maneengam, A., Chupradit, S., & Huo, C. (2023). Are green bonds and sustainable cryptocurrencies truly sustainable? Evidence from a wavelet coherence analysis. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja, 36*(1), 807-826. doi:10.1080/1331677X.2022.2080739

Huang, Y. D., & Urquhart, A. (2023). Time-varying dependence between Bitcoin and green financial assets: A comparison between pre- and post-COVID-19 periods. *Journal of International Financial Markets, Institutions & Money, 82*. Obtido de https://doi.org/10.1016/j.intfin.2022.101687

Jalal, R. N., Alon, I., & Paltrinieri, A. (2021). A bibliometric review of cryptocurrencies as a financial asset. *Technology Analysis & Strategic Management*, 1-16. doi:10.1080/09537325.2021.1939001

Johansen, S. (1988). Statistical analysis of cointegration vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control, 12*(2-3), 231-254. Obtido de https://doi.org/10.1016/0165-1889(88)90041-3

Johansen, S., & Juselius, K. (1990). Maximum likelihood estimation and inference on cointegration- with applications to the demand for money. Oxf Bull. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics, 52*(2), 169-210.

Khalil, M. A., & Nimmanunt, K. (2022). Conventional versus green investments: Advancing innovation for better financial and environmental prospects. *Journal of Sustainable Finance & Investment*, 1-28.

King, T., & Koutmos, D. (2021). Herding and feedback trading in cryptocurrency markets. *Annals of Operations Research, 301*, 79-96. Obtido de https://doi.org/10.1007/s10479-020-03874-4

Kraterou, A., & Solomons, A. (10 de janeiro de 2022). *BURIED TREASURE? How many bitcoins are there and how many are left to mine?* Obtido de The U.S. Sun: https://www.the-sun.com/tech/3229334/how-many-bitcoins-left-mine/#:%01:text=There%20are%20currently%2018%2C925%2C137%20bitcoins

Kristoufek, L. (2013). BitCoin meets Google Trends and Wikipedia: Quantifying the relationship between phenomena of the Ethernet era. *Scientific Reports, 3*(3415). Obtido de https://doi.org/10.1038/srep03415

Kristoufek, L. (2018). On Bitcoin markets (in)efficiency and its evolution. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 503*, 257-262. Obtido de https://doi.org/10.1016/j.physa.2018.02.161

Lin, C.-Y., Liao, H.-K., & Tsai, F.-C. (2022). A Systematic Review of Detecting Illicit Bitcoin Transactions. *Procedia Computer Science, 207*, 3217-3225. Obtido de https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.09.379

Lin, C.-Y., Liao, H.-K., & Tsai, F.-C. (s.d.). A Systematic Review of Detecting Illicit Bitcoin Transactions. *Procedia Computer Science, 207*, 3217-3225. Obtido de https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.09.379

Lütkepohl, H., & Krätzig, M. (2004). *Applied Time Series Econometrics.* Cambridge: Cambridge University Press.

Matonis, J. (31 de julho de 2012). *Top 10 Bitcoin Statistics*. Obtido de Forbes: https://www.forbes.com/sites/jonmatonis/2012/07/31/top-10-bitcoin-statistics/

Messari. (29 de junho de 2023). *Cardano (ADA*). Obtido de Messari: https://messari.io/asset/*Cardano*/chart/txn-vol

Mishra, L., & Kaushik, V. (2021). Application of blockchain in dealing with sustainability issues and challenges of financial sector. *Journal of Sustainable Finance & Investment*, 1318-1333. doi:10.1080/20430795.2021.1940805

Moore, T., & Christin, N. (2013). Beware the Middleman: Empirical Analysis of Bitcoin-Exchange Risk.

Mora, C., Rollins, R. L., T. K., Kantar, M. B., Chock, M. K., Shimada, M., & Franklin, E. C. (2018). Bitcoin emissions alone could push global warming above 2°C. *Nature Clim Change*(8), 931–933. Obtido de https://doi.org/10.1038/s41558-018-0321-8

Palombizio, E., & Morris, I. (2012). Forecasting Exchange Rates using Leading Economic Indicators. *Open Access Scientific Reports, 1*(8), 1–6.

Pantula, S. G. (1989). Testing for unit roots in time series data. *Econometric Theory*, 256-271.

Perron, P. (1989). The Great Crash, the Oil Price Shock, and the Unit Root Hypothesis. *Econometrica, 57*(6), 1361-1401 . Obtido de https://doi.org/10.2307/1913712

Pesaran, B., & Pesaran, M. H. (2009). *Time Series Econometrics: Using Microfit 5.0.* Oxford: Oxford University Press.

Pesaran, M. H., & Shin, Y. (1999). An Autoregressive Distributed-Lag Modelling Approach to Cointegration Analysis. Em S. Strøm (Ed.), *Econometrics and Economic Theory in the 20th Century: The Ragnar Frisch Centennial Symposium* (pp. 371-413). Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CCOL521633230.011

Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. J. (2001). Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 289-326. Obtido de https://doi.org/10.1002/jae.616

Pham, L., Huynh, T., & Hanif, W. (2021). Cryptocurrency, Green and Fossil Fuel Investments. *SSRN*.

Polasik, M., Piotrowska, A., Wisniewski, T. P., Kotkowski, R., & Lightfoot, G. (2015). Price Fluctuations and the Use of Bitcoin:. *International Journal of Electronic Commerce, 20*(1), 9-49. Obtido de https://doi.org/10.1080/10864415.2016.1061413

QUANDL. (14 de junho de 2023). *Blockchain*. Obtido de Nasdaq Data Link: https://data.nasdaq.com/data/BCHAIN-blockchain

Reddit, Inc. (24 de 6 de 2023). *Cryptocurrency News & Discussion*. Obtido de Reddit: https://www.reddit.com/r/CryptoCurrency/

Ren, B., & Lucey, B. (2022). A clean, green haven?—Examining the relationship between clean energy, clean and dirty cryptocurrencies. *Energy Economics, 109*. Obtido de https://doi.org/10.1016/j.eneco.2022.105951

S&P *Dow Jones* Indices. (11 de julho de 2023). *Dow Jones Sustainability World Index*. Obtido de S&P *Dow Jones* Indices: https://www.spglobal.com/spdji/en/indices/esg/dow-jones-sustainability-world-index/#overview

Schinckus, C. (2021). Proof-of-work based blockchain technology and Anthropocene: An undermined situation? *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 152*. Obtido de https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111682

Shahzad, S. J., Bouri, E., Roubaud, D., & Kristoufek, L. (2020). Safe haven, hedge and diversification for G7 stock markets: Gold versus bitcoin. *Economic Modelling, 87*, 212-224. Obtido de https://doi.org/10.1016/j.econmod.2019.07.023

Sharif, A., Brahim, M., Dogan, E., & Tzeremes, P. (2023). Analysis of the spillover effects between green economy, clean and dirty cryptocurrencies. *Energy Economics, 120*. Obtido de https://doi.org/10.1016/j.eneco.2023.106594

Sims, & A., C. (1980). Macroeconomics and Reality. *Econometrica, 48*(1), 1-48. Obtido de https://doi.org/10.2307/1912017

Symitsi, E., & Chalvatzis, K. J. (2018). Return, volatility and shock spillovers of Bitcoin with energy and technology companies. *Economics Letters, 170*, 127-130. Obtido de https://doi.org/10.1016/j.econlet.2018.06.012

Tuhkanen, H., & Vulturius, G. (2020). Are green bonds funding the transition? Investigating the link between companies'climate targets and green debt financing. . *Journal of Sustainable Finance & Investment*, 1-23.

U.S. Energy Information Administration. (24 de junho de 2023). *Petroleum & Other Liquids*. Obtido de Energy Information Administration - EIA - Official Energy Statistics from the U.S.: https://www.eia.gov/dnav/pet/hist/RWTCD.htm

Wiek, A., & Weber, O. (2014). Sustainability challenges and the ambivalent role of the financial sector. *Journal of Sustainable Finance & Investment, IV*(1), 9-20. Obtido de https://doi.org/10.1080/20430795.2014.887349

Wijk, D. v. (2013). What can be expected from the BitCoin? *Erasmus Universiteit Rotterdam*(345986).

Wooldridge, J. M. (2019). *Introductory Econometrics: a Modern Approach* (7º ed.). South-Western Cengage Learning.

Yuneline, M. H. (2019). Analysis of cryptocurrency's characteristics in four perspectives. *Journal of Asian Business and Economic Studies, 26*(2), 206-219. doi:10.1108/JABES-12-2018-0107

Zhang, Z. J. (2023). Cryptopricing: Whence comes the value for cryptocurrencies and NFTs? *International Journal of Research in Marketing, 40*, 22-29. Obtido de https://doi.org/10.1016/j.ijresmar.2022.08.002

Zivot, E., & Andrews, D. W. (1992). Further Evidence on the Great Crash, the Oil-Price Shock, and the Unit-Root Hypothesis. *Journal of Business & Economic Statistics, 10*(3), 251-270. doi:10.1080/07350015.1992.10509904

ANEXOS

Tabela A1 - Teste Dickey-Fuller aumentado, aplicado ao 1.º período temporal

Modelo	Sem tendência nem constante	Com constante	Com constante e tendência	Desfasamentos
Níveis				
Preço Bitcoin	1,697	0,961	-0,539	2
Número de Bitcoins	3,528	-3,677***	3,682	4
Número de transações Bitcoin	-0,425	-4,972***	-5,160***	4
Número de endereços de Bitcoin	5,825	1,394	-3,761***	3
Visualizações da Bitcoin na Wikipédia	-1,111	-4,043***	-5,034***	4
Novas publicações	-1,894*	-4,379***	-4,294***	4
Novos membros subscritos	-4,474***	-6,951***	-6,946***	4
Taxa de câmbio	0,152	-1,815	-1,782	2
Dow Jones Market Index	0,397	-2,387	-2,686	3
Preço Crude	-1,176	-1,913	-2,071	4
Dow Jones Sustainability	0,48	-1,792	-2,944	4
Preço *Cardano*	-0,509	-1,476	-1,678	1
Número de *Cardano*s	-0,121	-28,368***	-28,407***	0
Número de transações *Cardano*	-0,811	-2,707*	-4,560***	4
Número de endereços de *Cardano*	6,753	4,193	1,889	3
Visualizações da *Cardano* na Wikipédia	N/A	N/A	N/A	N/A
1.ª diferenças				
Preço Bitcoin	-21,033***	-21,096***	-21,214***	1
Número de Bitcoins	-1,174	-3,369**	-4,842***	4
Número de transações Bitcoin	-28,958***	-28,949***	-28,958***	4
Número de endereços de Bitcoin	-14,368***	-15,688***	-15,831***	2
Visualizações da Bitcoin na Wikipédia	-24,145***	-24,131***	-24,135***	4
Novas publicações	-28,343***	-28,327***	-28,361***	4
Novos membros subscritos	-19,857***	-19,846***	-19,835***	4
Taxa de câmbio	-18,995***	-18,986***	-19,049***	1
Dow Jones Market Index	-12,584***	-12,590***	-12,586***	4
Preço Crude	-16,788***	-16,801***	-16,813***	4
Dow Jones Sustainability	-12,178***	-12,192***	-12,208***	4
Preço *Cardano*	-29,481***	-29,464***	-29,655***	0
Número de *Cardano*s	-24,022***	-24,010***	-24,000***	4
Número de transações *Cardano*	-17,188***	-17,196***	-17,205***	4
Número de endereços de *Cardano*	-9,330***	-10,602***	-11,084***	3
Visualizações da *Cardano* na Wikipédia	N/A	N/A	N/A	N/A

Nota: *** representa a rejeição da hipótese nula com um nível de significância de 1%; ** rejeição da hipótese nula com um nível de significância de 5%; e * rejeição da hipótese nula com um nível de significância de 10%.

Tabela A2 - Teste Dickey-Fuller aumentado, aplicado ao 2.º período temporal

Modelo	Sem tendência nem constante	Com constante	Com constante e tendência	Desfasamentos
Níveis				
Preço Bitcoin	0,066	-1,746	-0,949	1
Número de Bitcoins	2,666	-2,323	0,963	4
Número de transações Bitcoin	-0,674	-1,850	-4,739***	4
Número de endereços de Bitcoin	3,011	-1,299	-0,657	3
Visualizações da Bitcoin na Wikipédia	-1,122	-3,274**	-3,202*	3
Novas publicações	-0,517	-1,710	-1,738	4
Novos membros subscritos	-1,930*	-2,945***	-2,952	4
Taxa de câmbio	-0,205	-1,989	-2,394	1
Dow Jones Market Index	1,604	-1,217	-2,757	1
Preço Crude	2,029	-0,902	-2,564	2
Dow Jones Sustainability	1,875	-1,272	-3,250*	4
Preço *Cardano*	0,271	-1,364	-1,926	4
Número de *Cardano*s	0,934	-1,861	-2,461	4
Número de transações *Cardano*	-0,335	-1,646	-1,391	4
Número de endereços de *Cardano*	1,393	-0,308	-2,293	1
Visualizações da *Cardano* na Wikipédia	-1,915*	-2,199	-2,530	2
1.ª diferenças				
Preço Bitcoin	-9,941***	-9,938***	-10,165***	1
Número de Bitcoins	-0,748	-2,233	-3,006	4
Número de transações Bitcoin	-13,239***	-13,239***	-13,286***	4
Número de endereços de Bitcoin	-6,849***	-7,644***	-7,734***	2
Visualizações da Bitcoin na Wikipédia	-11,161***	-11,134***	-11,140***	2
Novas publicações	-9,193***	-9,187***	-9,217***	4
Novos membros subscritos	-13,077***	-13,046***	-13,039***	4
Taxa de câmbio	-13,535***	-13,504***	-13,545***	0
Dow Jones Market Index	-14,298***	-14,454***	-14,431***	0
Preço Crude	-7,125***	-7,704***	-7,683***	4
Dow Jones Sustainability	-7,560***	-7,852***	-7,847***	3
Preço *Cardano*	-7,976***	-8,056***	-8,077***	3
Número de *Cardano*s	-10,879***	-10,919***	-10,931***	3
Número de transações *Cardano*	-7,582***	-7,581***	-7,613***	4
Número de endereços de *Cardano*	-14,385***	-14,646***	-14,622***	0
Visualizações da *Cardano* na Wikipédia	-9,151***	-9,131***	-9,110***	2

Nota: *** representa a rejeição da hipótese nula com um nível de significância de 1%; ** rejeição da hipótese nula com um nível de significância de 5%; e * rejeição da hipótese nula com um nível de significância de 10%.

Tabela A3 - Teste Dickey-Fuller aumentado, aplicado ao 3.º período temporal

Modelo	**Sem tendência nem constante**	**Com constante**	**Com constante e tendência**	**Desfasamentos**
Niveis				
Preço Bitcoin	-0,682	-1,169	-1,991	1
Número de Bitcoins	10,594	-1,029	-2,210	4
Número de transações Bitcoin	-0,085	-2,875**	-3,896**	4
Número de endereços de Bitcoin	5,212	2,203	-0,377	3
Visualizações da Bitcoin na Wikipédia	-1,821*	-3,931***	-7,085***	4
Novas publicações	-1,340	-1,907	-3,293*	4
Novos membros subscritos	-1,637*	-3,638***	-4,000***	4
Taxa de câmbio	-0,904	-1,773	-0,958	4
Dow Jones Market Index	-0,113	-2,369	-2,568	1
Preço Crude	-0,341	-1,910	-1,938	2
Dow Jones Sustainability	-0,149	-1,584	-1,423	4
Preço *Cardano*	-1,202	-0,980	-2,086	1
Número de *Cardano*s	1,215	-0,792	-2,585	3
Número de transações *Cardano*	-1,656*	-4,819***	-5,068***	4
Número de endereços de *Cardano*	4,192	-3,652***	-0,994	4
Visualizações da *Cardano* na Wikipédia	-2,048**	-2,627*	-4,205	3
1.ª diferenças				
Preço Bitcoin	-26,503***	-26,487***	-26,470***	0
Número de Bitcoins	-0,479	-9,739***	-9,728***	4
Número de transações Bitcoin	-24,771***	-24,780***	-24,769***	4
Número de endereços de Bitcoin	-12,525***	-13,706***	-13,959***	2
Visualizações da Bitcoin na Wikipédia	-15,816***	-15,808***	-15,797***	3
Novas publicações	-22,495***	-22,490***	-22,477***	4
Novos membros subscritos	-15,658***	-15,648***	-15,645***	4
Taxa de câmbio	-12,969***	-12,991***	-13,101***	3
Dow Jones Market Index	-26,982***	-26,963***	-26,948***	0
Preço Crude	-15,968***	-15,956***	-15,973***	2
Dow Jones Sustainability	-11,839***	-11,830***	-11,855***	3
Preço *Cardano*	-26,964***	-26,966***	-26,949***	0
Número de *Cardano*s	-19,257***	-19,310***	-19,297***	2
Número de transações *Cardano*	-16,691***	-16,682***	-16,681***	4
Número de endereços de *Cardano*	-8,866***	-10,391***	-11,030***	3
Visualizações da *Cardano* na Wikipédia	-16,594***	-16,587***	-16,576***	4

Nota: *** representa a rejeição da hipótese nula com um nível de significância de 1%; ** rejeição da hipótese nula com um nível de significância de 5%; e * rejeição da hipótese nula com um nível de significância de 10%.

Tabela A4 - Teste Dickey-Fuller mínimos quadrados, aplicado ao 1.º período temporal

Modelo	**Constante**	**Constante com tendência**	**Desfasamentos**
Niveis			
Preço Bitcoin	1,5	-0,666	2
Número de Bitcoins	0,858	-0,738	4
Número de transações Bitcoin	-2,057**	-3,940***	4
Número de endereços de Bitcoin	5,004	-0,700	3
Visualizações da Bitcoin na Wikipédia	-1,670*	-3,778***	4
Novas publicações	-1,762*	-2,949**	4
Novos membros subscritos	-6,841***	-6,873***	4
Taxa de câmbio	-1,364	-1,371	2
Dow Jones Market Index	-1,205	-2,657*	3
Preço Crude	-0,400	-1,932	4
Dow Jones Sustainability	-1,101	-2,820*	4
Preço *Cardano*	-0,703	-0,273	1
Número de *Cardano*s	-28,355***	-26,303***	0
Número de transações *Cardano*	-1,863*	-4,081***	4
Número de endereços de *Cardano*	-5,807***	-1,702	3
Visualizações da *Cardano* na Wikipédia	N/A	N/A	N/A
1.ª diferenças			
Preço Bitcoin	-19,490***	-15,299***	1
Número de Bitcoins	-1,055	-4,005***	4
Número de transações Bitcoin	-10,491***	-17,327***	4
Número de endereços de Bitcoin	-14,492***	-15,735***	2
Visualizações da Bitcoin na Wikipédia	-20,804***	-12,169***	4
Novas publicações	-28,334***	-24,867***	4
Novos membros subscritos	-19,614***	-19,785***	4
Taxa de câmbio	-18,997***	-18,734***	1
Dow Jones Market Index	-12,575***	-12,250***	4
Preço Crude	-16,793***	-16,758***	4
Dow Jones Sustainability	-12,119***	-11,717***	4
Preço *Cardano*	-18,788***	-26,357***	0
Número de *Cardano*s	-23,911***	-12,925***	4
Número de transações *Cardano*	-15,398***	-13,544***	4
Número de endereços de *Cardano*	-0,116	-2,874*	3
Visualizações da *Cardano* na Wikipédia	N/A	N/A	N/A

Nota: *** representa a rejeição da hipótese nula com um nível de significância de 1%; ** rejeição da hipótese nula com um nível de significância de 5%; e * rejeição da hipótese nula com um nível de significância de 10%.

Tabela A5 - Teste Dickey-Fuller mínimos quadrados, aplicado ao 2.º período temporal

Modelo	**Constante**	**Constante com tendência**	**Desfasamentos**
Niveis			
Preço Bitcoin	-0,489	-0,565	1
Número de Bitcoins	-0,354	-0,426	4
Número de transações Bitcoin	-0,433	-4,149***	4
Número de endereços de Bitcoin	1,484	-0,887	3
Visualizações da Bitcoin na Wikipédia	-2,546**	-2,979**	3
Novas publicações	-0,959	-1,847	4
Novos membros subscritos	-2,145**	-2,836*	4
Taxa de câmbio	-1,838*	-1,945	1
Dow Jones Market Index	0,498	-2,793*	1
Preço Crude	1,252	-2,333	2
Dow Jones Sustainability	-0,751	-3,230**	4
Preço *Cardano*	-0,107	-2,069	4
Número de *Cardano*s	-0,763	-2,389	4
Número de transações *Cardano*	-0,834	-1,689	4
Número de endereços de *Cardano*	1,092	-1,703	1
Visualizações da *Cardano* na Wikipédia	-1,994**	-2,480	2
1.ª diferenças			
Preço Bitcoin	-8,045***	-8,976***	1
Número de Bitcoins	-0,702	-2,936**	4
Número de transações Bitcoin	-1,001	-2,282	4
Número de endereços de Bitcoin	-5,975***	-7,267***	2
Visualizações da Bitcoin na Wikipédia	-10,273***	-10,958***	2
Novas publicações	-8,774***	-9,078***	4
Novos membros subscritos	-11,827***	-12,511***	4
Taxa de câmbio	-4,737***	-8,201***	0
Dow Jones Market Index	-10,382***	-12,965***	0
Preço Crude	-3,567***	-5,488***	4
Dow Jones Sustainability	-2,599***	-4,561***	3
Preço *Cardano*	-7,997***	-7,946***	3
Número de *Cardano*s	-1,429	-3,040**	3
Número de transações *Cardano*	-6,482***	-7,296***	4
Número de endereços de *Cardano*	-14,463***	-14,634***	0
Visualizações da *Cardano* na Wikipédia	-9,084***	-9,084***	2

Nota: *** representa a rejeição da hipótese nula com um nível de significância de 1%; ** rejeição da hipótese nula com um nível de significância de 5%; e * rejeição da hipótese nula com um nível de significância de 10%.

Tabela A6 - Teste Dickey-Fuller mínimos quadrados, aplicado ao 3.º período temporal

Modelo	**Constante**	**Constante com tendência**	**Desfasamentos**
Níveis			
Preço Bitcoin	-1,148	-1,357	1
Número de Bitcoins	-0,321	-1,335	4
Número de transações Bitcoin	-2,090**	-3,765***	4
Número de endereços de Bitcoin	5,311	-0,135	3
Visualizações da Bitcoin na Wikipédia	-2,879***	-6,468***	4
Novas publicações	-1,312	-2,920	4
Novos membros subscritos	-3,203***	-3,321**	4
Taxa de câmbio	-0,274	-0,829	4
Dow Jones Market Index	-2,038	-2,577*	1
Preço Crude	-1,612	-1,693	2
Dow Jones Sustainability	-1,252	-1,615	4
Preço *Cardano*	-0,392	-1,658	1
Número de *Cardanos*	-0,293	-1,999	3
Número de transações *Cardano*	-2,406**	-3,273**	4
Número de endereços de *Cardano*	2,924	0,156	4
Visualizações da *Cardano* na Wikipédia	-2,057**	-3,770***	3
1.ª diferenças			
Preço Bitcoin	-1,532***	-20,053***	0
Número de Bitcoins	-1,509	-2,333	4
Número de transações Bitcoin	-11,818***	-15,443***	4
Número de endereços de Bitcoin	-4,737***	-7,334***	2
Visualizações da Bitcoin na Wikipédia	-5,475***	-9,417***	3
Novas publicações	-11,113***	-16,382***	4
Novos membros subscritos	-10,708***	-13,526***	4
Taxa de câmbio	-11,644***	-12,315***	3
Dow Jones Market Index	-23,114***	-25,679***	0
Preço Crude	-8,276***	-12,519***	2
Dow Jones Sustainability	-9,277***	-10,745***	3
Preço *Cardano*	-25,226***	-26,507***	0
Número de *Cardanos*	-8,439***	-13,404***	2
Número de transações *Cardano*	-10,941***	-14,214***	4
Número de endereços de *Cardano*	-9,969***	-10,899***	3
Visualizações da *Cardano* na Wikipédia	-10,079***	-13,838***	4

Nota: *** representa a rejeição da hipótese nula com um nível de significância de 1%; ** rejeição da hipótese nula com um nível de significância de 5%; e * rejeição da hipótese nula com um nível de significância de 10%.

Tabela A7 - Teste Zivot Andrews aplicado ao 1.º período temporal

	Quebra no intercepto	**Data ótima da quebra**	**Quebra na tendência**	**Data ótima da quebra**	**Quebra em ambos**	**Data ótima da quebra**
Níveis						
Preço Bitcoin	-1,207	21/07/2020	-1,938	21/07/2020	-2,112	24/02/2020
Número de Bitcoins	-0,758	13/05/2020	-6,580***	13/04/2020	-5,907***	01/04/2020
Número de transações Bitcoin	-5,543***	07/01/2019	-6,017***	03/04/2019	-6,700***	29/06/2019
Número de endereços de Bitcoin	-5,341***	23/04/2019	-4,260*	30/12/2019	-4,866*	17/05/2020
Visualizações da Bitcoin na Wikipédia	-5,206**	04/01/2019	-5,209***	14/04/2019	-5,317**	04/01/2019
Novas publicações	-3,989	04/08/2020	-4,896**	27/03/2020	-4,913*	12/03/2020
Novos membros subscritos	-7,047***	22/02/2019	-6,542***	23/11/2019	-7,481***	22/02/2019
Taxa de câmbio	-4,992**	06/07/2020	-5,108***	20/03/2020	-5,977***	26/05/2020
Dow Jones Market Index	-4,274	24/02/2020	-3,253	12/06/2020	-6,569***	24/02/2020
Preço Crude	-3,104	24/02/2020	-2,295	21/04/2020	-4,500	24/02/2020
Dow Jones Sustainability	-3,382	20/02/2020	-3,227	22/04/2020	-5,422**	24/02/2020
Preço *Cardano*	-3,105	26/05/2020	-2,992	11/03/2020	-3,175	26/05/2020
Número de *Cardano*s	-28,492***	15/07/2019	-28,441***	15/02/2020	-28,491***	10/01/2019
Número de transações *Cardano*	-6,088***	28/05/2020	-5,924***	10/01/2020	-6,264***	06/08/2019
Número de endereços de *Cardano*	-4,764*	02/07/2020	-4,012	28/03/2020	-3,564	19/02/2020
Visualizações da *Cardano* na Wikipédia	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
1.ª diferenças						
Preço Bitcoin	-32,150***	27/06/2019	-31,951***	21/07/2020	-32,142***	27/06/2019
Número de Bitcoins	-10,621***	12/05/2020	-6,032***	03/01/2020	-10,526***	12/05/2020
Número de transações Bitcoin	-30,379***	03/05/2019	-30,260***	19/07/2019	-30,366***	03/05/2019
Número de endereços de Bitcoin	-11,942***	04/01/2019	-12,028***	31/03/2019	-12,207***	20/07/2019
Visualizações da Bitcoin na Wikipédia	-21,915***	16/01/2020	-21,812***	21/07/2020	-22,039***	16/01/2020
Novas publicações	-27,195***	27/06/2019	-27,134***	04/08/2020	-27,208***	27/06/2019
Novos membros subscritos	-17,841***	13/02/2019	17,511***	27/02/2019	-18,030***	13/02/2019
Taxa de câmbio	-26,131***	23/03/2020	-26,046***	24/01/2020	-26,164***	15/05/2020
Dow Jones Market Index	-13,417***	24/03/2020	-12,952***	10/03/2020	-13,449***	24/03/2020
Preço Crude	-17,591***	21/04/2020	-16,868***	11/03/2020	-17,773***	21/04/2020
Dow Jones Sustainability	-12,419***	24/03/2020	-11,990***	10/03/2020	-12,482***	24/03/2020
Preço *Cardano*	-29,797***	28/06/2019	-29,663***	08/01/2019	-29,845***	16/07/2020
Número de *Cardano*s	-20,826***	01/01/2019	-20,829***	21/07/2020	-20,865***	16/03/2020
Número de transações *Cardano*	-17,606***	06/04/2019	-17,595***	21/07/2020	-17,795***	09/07/2020
Número de endereços de *Cardano*	-10,615***	21/05/2020	-10,214***	02/12/2019	-11,213***	02/07/2020
Visualizações da *Cardano* na Wikipédia	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Nota: *** representa a rejeição da hipótese nula com um nível de significância de 1%; ** rejeição da hipótese nula com um nível de significância de 5%; e * rejeição da hipótese nula com um nível de significância de 10%.

Tabela A8 - Teste Zivot Andrews aplicado ao 2.º período temporal

	Quebra no intercepto	**Data ótima da quebra**	**Quebra na tendência**	**Data ótima da quebra**	**Quebra em ambos**	**Data ótima da quebra**
Niveis						
Preço Bitcoin	-3,727	12/05/2021	-3,438	30/03/2021	-3,601	07/03/2021
Número de Bitcoins	0,228	15/05/2021	-2,409	13/05/2021	-2,610	08/05/2021
Número de transações Bitcoin	-10,714***	15/05/2021	-10,465***	31/03/2021	-10,703***	15/05/2021
Número de endereços de Bitcoin	-3,730	03/05/2021	-3,573	18/04/2021	-3,530	13/04/2021
Visualizações da Bitcoin na Wikipédia	-3,941	26/05/2021	-4,061	04/01/2021	-4,329	13/05/2021
Novas publicações	-3,972	20/05/2021	-3,440	11/05/2021	-4,966*	13/04/2021
Novos membros subscritos	-5,386***	27/01/2021	-5,336***	14/05/2021	-5,596***	03/05/2021
Taxa de câmbio	-4,028	13/04/2021	-2,886	07/03/2021	-3,763	06/05/2021
Dow Jones Market Index	-4,510	08/03/2021	-3,550	07/05/2021	-4,496	08/03/2021
Preço Crude	-4,891**	18/03/2021	-2,858	09/02/2021	-5,301**	18/03/2021
Dow Jones Sustainability	-4,260	05/04/2021	-3,240	27/02/2021	-4,154	05/04/2021
Preço *Cardano*	-3,617	06/02/2021	-3,747	16/05/2021	-4,128	06/05/2021
Número de *Cardano*s	-8,869***	31/01/2021	-4,306*	05/03/2021	-9,001***	31/01/2021
Número de transações *Cardano*	-4,238	27/05/2021	-4,217*	16/05/2021	-4,600	05/05/2021
Número de endereços de *Cardano*	-9,073***	26/02/2021	-2,442	27/04/2021	-52,139***	26/02/2021
Visualizações da *Cardano* na Wikipédia	-3,987	29/04/2021	-3,100	16/05/2021	-6,575***	05/05/2021
1.ª diferenças						
Preço Bitcoin	-16,443***	16/04/2021	-16,271***	20/05/2021	-16,665***	10/05/2021
Número de Bitcoins	-4,463	15/05/2021	-4,566**	10/05/2021	-5,253**	02/05/2021
Número de transações Bitcoin	-11,958**	08/01/2021	-11,888***	05/01/2021	-12,158***	08/01/2021
Número de endereços de Bitcoin	-9,234***	25/04/2021	-8,401***	13/02/2021	-9,408***	25/04/2021
Visualizações da Bitcoin na Wikipédia	-14,632***	10/02/2021	-14,505***	14/05/2021	-14,649***	10/02/2021
Novas publicações	-10,257***	14/05/2021	-9,917***	17/04/2021	-10,428***	20/05/2021
Novos membros subscritos	-15,842***	04/02/2021	-15,491***	19/04/2021	-16,096***	04/02/2021
Taxa de câmbio	-14,111***	31/03/2021	-13,677***	02/01/2021	-14,125***	31/03/2021
Dow Jones Market Index	-14,639***	01/02/2021	-14,432***	12/03/2021	-14,677***	01/02/2021
Preço Crude	-10,033***	12/03/2021	-9,508***	24/03/2021	-10,043***	12/03/2021
Dow Jones Sustainability	-10,000***	08/03/2021	-9,686***	29/05/2021	-9,973***	08/03/2021
Preço *Cardano*	-10,050***	18/05/2021	-9,487***	09/02/2021	-10,171***	18/05/2021
Número de *Cardano*s	-11,077***	29/01/2021	-10,961***	01/02/2021	-11,208***	04/02/2021
Número de transações *Cardano*	-11,351***	17/05/2021	-10,672***	06/02/2021	-11,690***	20/05/2021
Número de endereços de *Cardano*	-15,035***	26/02/2021	-14,836***	27/02/2021	-15,103***	26/02/2021
Visualizações da *Cardano* na Wikipédia	-12,612***	16/05/2021	-11,077***	06/05/2021	-13,470***	16/05/2021

Nota: *** representa a rejeição da hipótese nula com um nível de significância de 1%; ** rejeição da hipótese nula com um nível de significância de 5%; e * rejeição da hipótese nula com um nível de significância de 10%.

Tabela A9 - Teste Zivot Andrews aplicado ao 3.º período temporal

	Quebra no intercepto	**Data ótima da quebra**	**Quebra na tendência**	**Data ótima da quebra**	**Quebra em ambos**	**Data ótima da quebra**
Niveis						
Preço Bitcoin	-3,432	05/04/2022	-3,196	01/10/2022	-3,549	05/05/2022
Número de Bitcoins	-3,566	18/05/2022	-2,910	22/10/2021	-3,462	15/05/2022
Número de transações Bitcoin	-4,074	26/02/2023	-4,524**	26/12/2022	-4,498	18/12/2022
Número de endereços de Bitcoin	-2,308	01/03/2023	-2,758	21/02/2023	-4,477	20/11/2022
Visualizações da Bitcoin na Wikipédia	-6,936***	25/02/2022	-6,432***	12/08/2022	-7,647***	25/11/2022
Novas publicações	-4,706*	14/12/2021	-5,090***	14/04/2022	-5,010*	13/05/2022
Novos membros subscritos	-4,516	24/10/2021	-4,595**	27/10/2021	-5,235**	10/11/2021
Taxa de câmbio	-4,057	04/11/2022	-3,714	23/08/2022	-5,112**	04/11/2022
Dow Jones Market Index	-4,231	17/10/2022	-3,677	03/09/2022	-4,548	21/04/2022
Preço Crude	-4,034	11/01/2022	-4,412*	29/04/2022	-5,225**	28/02/2022
Dow Jones Sustainability	-3,348	21/04/2022	-3,582	24/09/2022	-3,960	17/08/2022
Preço *Cardano*	-3,954	11/11/2021	-3,443	13/05/2022	-3,952	11/11/2021
Número de *Cardano*s	-5,588***	07/05/2022	-2,620	10/01/2023	-6,373***	07/05/2022
Número de transações *Cardano*	-5,997***	24/10/2021	-6,474***	14/11/2021	-6,936***	01/12/2021
Número de endereços de *Cardano*	-3,289	04/11/2021	-4,148*	23/11/2021	-4,623	11/11/2021
Visualizações da *Cardano* na Wikipédia	-4,860**	25/11/2021	-4,290*	14/04/2022	-5,034*	25/11/2021
1.ª diferenças						
Preço Bitcoin	-20,589***	09/11/2021	-20,291***	05/12/2021	-20,639***	21/10/2021
Número de Bitcoins	-10,051***	28/12/2022	-9,816***	25/05/2022	-10,157***	30/12/2022
Número de transações Bitcoin	-27,539***	02/01/2023	-27,478***	12/12/2021	-27,672***	26/02/2023
Número de endereços de Bitcoin	-15,958***	15/05/2022	-15,742***	21/12/2022	-15,984***	20/11/2022
Visualizações da Bitcoin na Wikipédia	-16,756***	03/11/2021	-16,729***	27/11/2021	-16,753***	26/12/2021
Novas publicações	-19,498***	09/11/2021	-19,475***	22/10/2021	-19,576***	26/12/2021
Novos membros subscritos	-16,037***	02/11/2021	-15,599***	11/12/2021	-16,624***	02/11/2021
Taxa de câmbio	-15,836***	28/09/2022	-15,496***	09/04/2022	-15,862***	28/09/2022
Dow Jones Market Index	-20,273***	03/10/2022	-20,095***	27/04/2022	-20,275***	03/10/2022
Preço Crude	-19,677***	09/03/2022	-19,494***	12/01/2022	-19,802***	09/03/2022
Dow Jones Sustainability	-14,011***	13/10/2022	-13,854***	27/04/2022	-14,001***	13/10/2022
Preço *Cardano*	-20,603***	11/11/2021	-20,639***	29/10/2021	-20,794***	12/12/2021
Número de *Cardano*s	-15,852***	02/05/2022	-15,721***	09/05/2022	-15,888***	02/05/2022
Número de transações *Cardano*	-17,247***	27/11/2021	-16,945***	28/04/2022	-17,417***	27/11/2021
Número de endereços de *Cardano*	-9,648***	26/11/2021	-9,473***	21/10/2021	-10,735***	26/11/2021
Visualizações da *Cardano* na Wikipédia	-16,438***	10/11/2021	-16,341***	28/11/2021	-16,404***	10/11/2021

Nota: *** representa a rejeição da hipótese nula com um nível de significância de 1%; ** rejeição da hipótese nula com um nível de significância de 5%; e * rejeição da hipótese nula com um nível de significância de 10%.

Tabela A10 - Teste Clemente-Montañés-Reyes aplicado ao 1.º período temporal

Additive Outlier	**Min t***	**Valor p**	**Ótimo ponto de quebra**
Preço Bitcoin	-2,228	-3,56	16/10/2020
Número de Bitcoins	-2,180		15/11/2019
Número de transações Bitcoin	-4,448**		04/01/2019
Número de endereços de Bitcoin	-1,826		27/03/2020
Visualizações da Bitcoin na Wikipédia	-4,838**		01/01/2019
Novas publicações	-2,661		26/09/2020
Novos membros subscritos	-7,062**		09/02/2019
Taxa de câmbio	-2,726		06/08/2020
Dow Jones Market Index	-2,37		24/03/2020
Preço Crude	-2,558		18/04/2020
Dow Jones Sustainability	-3,087		24/06/2020
Preço *Cardano*	-3,197		10/07/2020
Número de *Cardano*s	-21,975**		28/12/2018
Número de transações *Cardano*	-2,761		28/07/2020
Número de endereços de *Cardano*	-65,620**		26/07/2020
Visualizações da *Cardano* na Wikipédia	N/A		N/A
Innovational Outlier	**Min t****	**Valor p**	**Ótimo ponto de quebra**
Preço Bitcoin	-0,232	-4,27	28/04/2019
Número de Bitcoins	-3,243		13/03/2019
Número de transações Bitcoin	-4,559**		05/01/2019
Número de endereços de Bitcoin	-1,647		06/03/2019
Visualizações da Bitcoin na Wikipédia	-5,062**		02/01/2019
Novas publicações	-4,855**		27/09/2020
Novos membros subscritos	-10,039**		10/02/2019
Taxa de câmbio	-3,438		04/07/2020
Dow Jones Market Index	-2,935		15/03/2020
Preço Crude	-3,013		19/04/2020
Dow Jones Sustainability	-2,928		22/03/2020
Preço *Cardano*	-3,235		26/05/2020
Número de *Cardano*s	-31,002**		29/12/2018
Número de transações *Cardano*	-3,553		23/05/2020
Número de endereços de *Cardano*	-2,588		01/07/2020
Visualizações da *Cardano* na Wikipédia	N/A		N/A

Nota: Min t representa a estatística de t mínima, para um nível de significância de 5%. *** representa a rejeição da hipótese nula com um nível de significância de 1%; ** rejeição da hipótese nula com um nível de significância de 5%; e * rejeição da hipótese nula com um nível de significância de 10%.

Tabela A11 - Teste Clemente-Montañés-Reyes aplicado ao 2.º período temporal

Additive Outlier	**Min t***	**Valor p**	**Ótimo ponto de quebra**
Preço Bitcoin	-1,977	-3,56	03/05/2021
Número de Bitcoins	-2,055		15/04/2021
Número de transações Bitcoin	-2,505		10/05/2021
Número de endereços de Bitcoin	-2,975		07/03/2021
Visualizações da Bitcoin na Wikipédia	-3,603**		11/05/2021
Novas publicações	-1,873		09/04/2021
Novos membros subscritos	-2,027		31/01/2021
Taxa de câmbio	-1,781		23/02/2021
Dow Jones Market Index	-3,4		18/03/2021
Preço Crude	-2,359		18/05/2021
Dow Jones Sustainability	-3,179		10/04/2021
Preço *Cardano*	-2,251		13/02/2021
Número de *Cardano*s	-9,269**		28/01/2021
Número de transações *Cardano*	-2,283		02/02/2021
Número de endereços de *Cardano*	-0,094		27/02/2021
Visualizações da *Cardano* na Wikipédia	-3,403		11/05/2021
Innovational Outlier	**Min t****	**Valor p**	**Ótimo ponto de quebra**
Preço Bitcoin	-2,642	-4,27	10/05/2021
Número de Bitcoins	-2,655		26/12/2020
Número de transações Bitcoin	-2,657		14/04/2021
Número de endereços de Bitcoin	-3,249		07/02/2021
Visualizações da Bitcoin na Wikipédia	-3,554		12/05/2021
Novas publicações	-2,489		11/04/2021
Novos membros subscritos	-2,489		11/04/2021
Taxa de câmbio	-2,843		24/02/2021
Dow Jones Market Index	-4,134		03/03/2021
Preço Crude	-1,713		30/01/2021
Dow Jones Sustainability	-2,904		24/03/2021
Preço *Cardano*	-3,298		04/02/2021
Número de *Cardano*s	-7,346**		29/01/2021
Número de transações *Cardano*	-3,065		03/02/2021
Número de endereços de *Cardano*	-6,097**		24/02/2021
Visualizações da *Cardano* na Wikipédia	-5,064**		27/04/2021

Nota: Min t representa a estatística de t mínima, para um nível de significância de 5%. *** representa a rejeição da hipótese nula com um nível de significância de 1%; ** rejeição da hipótese nula com um nível de significância de 5%; e * rejeição da hipótese nula com um nível de significância de 10%.

Tabela A12 - Teste Clemente-Montañés-Reyes aplicado ao 3.º período temporal

Additive Outlier	**Min t***	**Valor p**	**Ótimo ponto de quebra**
Preço Bitcoin	-2,909	-3,56	02/05/2022
Número de Bitcoins	-2,007		16/10/2022
Número de transações Bitcoin	-3,456		23/04/2023
Número de endereços de Bitcoin	-2,014		10/04/2023
Visualizações da Bitcoin na Wikipédia	-4,245**		22/02/2022
Novas publicações	-3,871**		06/02/2022
Novos membros subscritos	-3,407		30/10/2021
Taxa de câmbio	-2,153		28/03/2022
Dow Jones Market Index	-3,136		18/04/2022
Preço Crude	-2,067		02/11/2022
Dow Jones Sustainability	-2,529		18/04/2022
Preço *Cardano*	-3,084		16/01/2022
Número de *Cardano*s	-1,487		04/05/2022
Número de transações *Cardano*	-2,823		20/11/2021
Número de endereços de *Cardano*	-2,428		14/11/2022
Visualizações da *Cardano* na Wikipédia	-4,216**		15/01/2022
Innovational Outlier	**Min t****	**Valor p**	**Ótimo ponto de quebra**
Preço Bitcoin	-3,759	-4,27	03/04/2022
Número de Bitcoins	-2,867		27/12/2022
Número de transações Bitcoin	-4,779**		24/04/2023
Número de endereços de Bitcoin	-1,038		18/01/2023
Visualizações da Bitcoin na Wikipédia	-4,395**		23/02/2022
Novas publicações	-3,777		20/10/2022
Novos membros subscritos	-6,370**		31/10/2021
Taxa de câmbio	-2,507		09/02/2022
Dow Jones Market Index	-3,646		19/04/2022
Preço Crude	-2		28/08/2022
Dow Jones Sustainability	-2,964		03/04/2022
Preço *Cardano*	-4,22		09/11/2021
Número de *Cardano*s	-5,966**		05/05/2022
Número de transações *Cardano*	-6,476**		21/11/2021
Número de endereços de *Cardano*	-6,106**		17/08/2021
Visualizações da *Cardano* na Wikipédia	-4,725**		23/11/2021

Nota: Min t representa a estatística de t mínima, para um nível de significância de 5%. *** representa a rejeição da hipótese nula com um nível de significância de 1%; ** rejeição da hipótese nula com um nível de significância de 5%; e * rejeição da hipótese nula com um nível de significância de 10%.

Tabela A13 - Teste de cointegração de Johansen, completo, aplicado aos modelos com a Bitcoin

P	MB	VC (ET)	ET	VC5	VC (EM)	EM	VC5	D	C
1º	**1.1**	1	15,6602	29,68	1	11,6295	20,97	9	Constante
	1.2	2	4,4214	15,41	2	3,2475	14,07	8	Constante
	1.3	1	4,9689	15,41	1	4,4107	14,07	9	Constante
	1.4	1	22,7007	24,31	1	13,115	17,89	9	Sem constante
	2.1	2	10,3389	15,41	1	20,7314	20,97	8	Constante
	3.1	0	11,0943	24,31	0	6,374	17,89	9	Sem constante
	4.1	0	2,7513	12,53	0	2,7483	11,44	9	Sem constante
	5.1	2	10,8561	24,31	2	7,2467	17,89	5	Sem constante
	5.2	1	25,2863	39,89	1	10,7862	23,8	9	Sem constante
	5.3	2	26,7931	39,89	2	13,7404	23,8	7	Sem constante
	5.4	2	45,6855	53,12	2	20,2933	28,14	9	Constante restrita
	5.5	0	80,245	82,49	0	35,4612	36,36	9	Sem constante
2º	**1.1**	2	3,2931	12,53	2	3,2931	12,53	1	Sem constante
	1.2	1	20,6569	24,31	1	16,4862	17,89	3	Sem constante
	1.3	1	3,203	12,53	1	3,1966	11,44	1	Sem constante
	1.4	1	18,1654	34,91	1	14,1982	22	2	Constante restrita
	2.1	2	7,5734	12,53	2	7,3008	11,44	7	Sem constante
	3.1	0	10,3757	24,31	0	6,6428	17,89	1	Sem constante
	4.1	0	5,9973	12,53	0	3,4107	11,44	1	Sem constante
	5.1	0	44,3663	59,46	0	18,3086	30,04	2	Sem constante
	5.2	3	4,6835	12,53	2	23,2178	17,89	1	Sem constante
	5.3	1	71,464	76,07	0	31,3158	40,3	2	Constante restrita
	5.4	2	37,8696	39,89	1	22,0673	30,04	8	Sem constante
	5.5	1	48,3427	59,46	0	36,1063	36,36	2	Sem constante
3º	**1.1**	1	17,7871	24,31	1	12,5773	17,89	9	Sem constante
	1.2	2	9,9622	12,53	2	6,5558	11,44	2	Sem constante
	1.3	2	3,3911	3,84	2	3,3911	3,84	2	Sem constante
	1.4	1	21,7328	24,31	1	13,0445	17,89	10	Sem constante
	2.1	2	11,0393	12,53	2	9,7329	11,44	10	Sem constante
	3.1	0	7,7366	24,31	0	5,2416	17,89	1	Sem constante
	4.1	0	1,4896	12,53	0	1,4896	11,44	4	Sem constante
	5.1	1	38,6529	39,89	1	20,0322	23,8	2	Sem constante
	5.2	2	13,0617	24,31	2	9,5525	17,89	10	Sem constante
	5.3	2	30,468	39,89	2	14,935	23,8	2	Sem constante
	5.4	3	19,01111	24,31	3	14,9216	17,89	9	Sem constante
	5.5	2	37,2342	39,89	2	17,4696	23,8	2	Sem constante

Legenda: P - Períodos; MB – Modelo Bitcoin; VC – Vetores de Cointegração; ET – Estatística de Trace; VC5 – Valor Crítico a 5%; EM – Estatísticas de Max; D – Desfasamento; C – Constante

Tabela A14 - Teste de cointegração de Johansen, completo, aplicado aos modelos com a *Cardano*

P	MC	VC (ET)	ET	VC5	VC (EM)	EM	VC5	D	C
1º	**1.1**	2	11,2156	18,17	2	10,0473	16,87	10	Tendência
	1.2	3	7,9582	3,76	3	7,9582	3,76	4	Constante
	1.3	2	1,3869	3,76	2	1,3869	3,76	2	Constante
	1.4	3	6,628	3,76	2	6,628	3,76	9	Constante
	2.1	1	7,0317	12,53	1	6,7325	11,44	9	Sem constante
	3.1	1	15,1866	25,32	1	9,584	18,96	4	Tendência restrita
	4.1	0	3,5904	12,53	0	3,0417	11,44	9	Sem constante
	5.1	2	22,6581	34,91	2	10,5374	22	4	Constante restrita
	5.2	2	14,6587	19,96	2	14,1734	15,67	4	Constante restrita
	5.3	1	54,434	59,46	1	30,5697	30,04	7	Sem constante
	5.4	3	8,9961	19,96	3	8,2015	15,67	7	Constante restrita
	5.5	1	44,9647	59,46	1	24,6284	30,04	9	Sem constante
2º	**1.1**	0	23,412	39,89	0	12,4145	23,8	7	Sem constante
	1.2	1	19,1401	34,91	1	14,0398	22	3	Constante restrita
	1.3	1	4,5853	19,96	1	4,2621	15,67	3	Constante restrita
	1.4	1	19,0001	24,31	1	15,0594	17,89	1	Sem constante
	2.1	2	8,0111	12,53	2	7,9412	11,44	10	Sem constante
	3.1	0	14,1609	24,31	0	8,366	17,89	1	Sem constante
	4.1	0	9,3296	12,53	0	8,2228	11,44	6	Sem constante
	5.1	0	56,2987	59,46	0	24,0346	30,04	1	Sem constante
	5.2	0	38,1397	59,46	0	20,3023	30,04	6	Sem constante
	5.3	2	45,0714	53,12	1	31,9213	34,4	2	Constante restrita
	5.4	3	30,3701	34,91	3	17,8627	22	10	Constante restrita
	5.5	1	76,6641	87,31	1	32,0146	37,52	2	Tendência restrita
3º	**1.1**	1	12,5281	24,31	1	7,0133	17,89	3	Sem constante
	1.2	1	20,4319	24,31	1	14,4559	17,89	3	Sem constante
	1.3	0	12,9256	24,31	0	7,6518	17,89	3	Sem constante
	1.4	3	0,4239	3,84	3	0,4239	3,84	4	Sem constante
	2.1	3	1,8	9,42	3	1,8	9,24	10	Constante restrita
	3.1	0	7,1723	24,31	0	4,98	17,89	2	Sem constante
	4.1	0	1,5858	12,53	0	1,5066	11,44	4	Sem constante
	5.1	1	33,2657	39,89	1	17,8626	23,8	2	Sem constante
	5.2	1	40,1495	53,12	1	22,9598	28,14	9	Constante restrita
	5.3	2	36,0258	39,89	2	25,2437	23,8	8	Sem constante
	5.4	4	9,036	15,41	4	8,0048	14,07	10	Constante
	5.5	2	37,258	39,89	2	16,887	23,8	2	Sem constante

Legenda: P - Períodos; MB – Modelo *Cardano*; VC – Vetores de Cointegração; ET – Estatística de Trace; VC5 – Valor Crítico a 5%; EM – Estatísticas de Max; D – Desfasamento; C – Constante

Tabela A15 - Impactos a curto prazo nos modelos específicos (H1) com a Bitcoin, aplicado ao 1.º período temporal

Hipóteses/Modelos			**H1**			
			1.1	**1.2**	**1.3**	**1.4**
Modelo			**ARDL**	**ARDL**	**ARDL**	**ARDL**
		D				
Preço Bitcoin		D1	-0,0910718***	-0,0823744**	-0,0879714**	-0,0858804**
1	Número de Bitcoins	D1	*a)*	*a)*	*a)*	
	Número de transações Bitcoin	D1	0,0006207*			0,0006149*
	Número de endereços de Bitcoin	D1		-0,0004859*		-0,0005789**
	Taxa de câmbio	D1	13336.25***	13588.68***	13851.36***	13111.88***
		1	-4983,486	-4594,374	-4460,137	-5106.807*
		2	583,1472	331,7436	761,0905	89,07727
		3	-8385.139***	-8104.53***	-8121.412***	-8340.68***
		4	3886,605	3573,156	4255,188	3098,586
		5	264,4964	-529,9813	-23,26701	-284,282
		6	-4293,651	-4681,469	-4469,132	-4474,924
		7	-5952.175***	-6116.963**	-5355.927*	-6800.233**
	Constante		-908,2206*	-1148.855**	-616,5532	-1435.969***

Legenda: D – Desfasamentos

Nota: *** variável significativa com um nível de significância de 1%; ** variável significativa com um nível de significância de 5%; e * variável significativa com um nível de significância de 10%. N/A – não aplicável *a)* – omitido por motivo de multicolinieriedade

Tabela A16 - Impactos a curto prazo nos modelos específicos (H2-H4) com a Bitcoin, aplicado ao 1.º período temporal

Hipóteses/Modelos			**H2**	**H3**	**H4**
			2.1	**3.1**	**4.1**
Modelo			**ARDL**	**VAR**	**VAR**
		D			
Preço Bitcoin		1	-0,0842991**	-0,0715898**	-0,0695852**
		2		0,016769	0,0024719
		3		-0,0103585	-0,0086221
		4		0,0274074	0,0280388
		5		0,029453	0,0313145
		6		-0,033463	-0,0355996
		7		0,0246977	0,0281162
		8		-0,0338398	-0,0284798
		9		-0,0649345*	-0,0577673
		10		0,0475276	0,0312222
2	Visualizações da Bitcoin na Wikipédia	D1	0,019885**		
	Novas publicações	D1	0,8273439**		
		1	-0,1583501		
		2	0,2153183		
		3	0,4056155		
		4	0,1407011		
		5	0,8908522**		
		6	-0,582577		
	Novos membros subscritos	D1	*b)*		
3	*Dow Jones Market Index*	D1		N/A	
		1		0,0053465	
		2		-0,024565	
		3		0,0145526	
		4		-0,0084847	
		5		0,0024411	
		6		0,0297086	
		7		0,0117212	
		8		-0,0448372	
		9		0,0674465*	
		10		-0,0286524	
	Preço Crude	D1		N/A	
		1		3,026311	
		2		4,085262	
		3		7,929995	
		4		2,925968	
		5		2,097812	
		6		2,934509	
		7		4,475651	
		8		6,012251	
		9		-9,213401*	
		10		-6,903175	
4	*Dow Jones Sustainability*	D1			N/A
		1			-0,1820132
		2			1,0399
		3			0,4741131
		4			-0,4741131
		5			0,2565769
		6			0,6145623
		7			-0,0869927
		8			-1,051759
		9			0,9963218
		10			-0,2256091
	Constante		-46,96835	16,80387	15,85699

Legenda: D – Desfasamentos
Nota: *** variável significativa com um nível de significância de 1%; ** variável significativa com um nível de significância de 5%; e * variável significativa com um nível de significância de 10%. N/A – não aplicável; *a)* – omitido por motivo de multicolinieriedade; b) – não considerado pelo método AIC

Tabela A17 - Impactos a curto prazo nos modelos gerias com a Bitcoin, aplicado ao 1.º período temporal

Hipóteses/Modelos			**H1 a H4**				
			5.1	**5.2**	**5.3**	**5.4**	**5.5**
Modelo			**ARDL**	**ARDL**	**ARDL**	**ARDL**	**VAR**
		D					
Preço Bitcoin		1	-0,0761912**	-0,0878292**	-0,0548005	-0,0859328**	-0,0598185
		2					-0,0033065
		3					-0,0099456
		4					0,0338727
		5					0,0128367
		6					-0,0103395
		7					0,0474837
		8					-0,0349884
		9					-0,039684
		10					0,0242231
1	Número de Bitcoins	D1		*a)*		*a)*	
	Número de transações Bitcoin	D1		0,0006506*		0,0006555	
	Número de endereços de Bitcoin	D1	-0,000447*		-0,0005671*		N/A
		1					-0,0003772
		2					0,0002128
		3					-0,0002326
		4					0,0003686
		5					0,0005999*
		6					0,0000289
		7					0,000101
		8					-0,0005179
		9					0,0001338
		10					-0,0001125
	Taxa de câmbio	D1	11081.17***				N/A
		1	-4396,695				-2801,503
		2	-658,6183				-3611,918
		3	-6243.748**				-8544,972**
		4					3700,865
		5					-572,8461
		6					-6815825*
		7					-5957,516*
		8					494,5786
		9					4061,31
		10					-1954,245
2	Visualizações da Bitcoin na Wikipédia	D1		0,0085836		0,0174218*	
		1		-0,0123733			
	Novas publicações	D1			0,5381082	0,7324539*	N/A
		1			-0,2013714	-0,2889941	-0,1376398
		2			0,1691288	0,1851489	0,0800319
		3			0,1857606	0,4068596	0,1890673
		4			-0,2826925	0,1964282	-0,1936343
		5			0,5845207	0,949329**	0,6482106
		6			-0,8587468*	-0,5760774	-0,5173675
		7			-0,2719283		0,1515195
		8			-0,051317		0,3774519
		9			-0,9126258***		-0,5994509
		10					0,1293871
	Novos membros subscritos	D1				*b)*	
3	*Dow Jones Market Index*	D1			-0,1199123		N/A
		1			0,0185647		0,1198258
		2			-0,3361017***		-0,3483382***
		3					-0,0505512
		4					-0,1229474
		5					-0,0074674
		6					0,0271365
		7					0,0640376
		8					0,0443654
		9					0,1126125
		10					-0,0503591
	Preço Crude	D1		7.479747*			

Hipóteses/Modelos			H1 a H4				
			5.1	5.2	5.3	5.4	5.5
4	*Dow Jones Sustainability*	D1	4.245167***		7.183914***		N/A
		1			-0,86974		-2,169619
		2			7.361691***		8,929349***
		3			-1,249662		1,107769
		4					3,010585
		5					-0,2623422
		6					0,4253295
		7					-0,9041979
		8					-1,532307
		9					-1,178124
		10					1,323271
	Constante		-1006.155*	-76,55383	-635.8168**	-151,472	12,53216

Legenda: D – Desfasamentos
Nota: *** variável significativa com um nível de significância de 1%; ** variável significativa com um nível de significância de 5%; e * variável significativa com um nível de significância de 10%. N/A – não aplicável; *a)* – omitido por motivo de multicolinieriedade; b) – não considerado pelo método AIC

Tabela A18 - Impactos a curto prazo nos modelos específicos (H1) com a Bitcoin, aplicado ao 2.º período temporal

Hipóteses/Modelos			H1			
			1.1	1.2	1.3	1.4
Modelo			**ARDL**	**ARDL**	**ARDL**	**ARDL**
		D				
Preço Bitcoin		1	-0,1269945*	-0,104779		-0,1210072*
1	Número de Bitcoins	D1	*a)*	*a)*	*a)*	
	Número de transações Bitcoin	D1				
	Número de endereços de Bitcoin	D1				-0,003848**
		1		-0,0033787*		
	Taxa de câmbio	D1	*b)*	*b)*	*b)*	*b)*
	Constante		23451,69	31700**	22342,11	22991,19

Legenda: D – Desfasamentos
Nota: *** variável significativa com um nível de significância de 1%; ** variável significativa com um nível de significância de 5%; e * variável significativa com um nível de significância de 10%. N/A – não aplicável; *a)* – omitido por motivo de multicolinieriedade; b) – não considerado pelo método AIC

Tabela A19 - Impactos a curto prazo nos modelos específicos (H3-H4) com a Bitcoin, aplicado ao 2.º período temporal

Hipóteses/Modelos			**H2**	**H3**	**H4**
			2.1	**3.1**	**4.1**
Modelo			**ARDL**	**VAR**	**VAR**
		D			
	Preço Bitcoin	1		-0,1114525	-0,0892
		2		0,0913814	0,06944
		3		0,0570877	0,09743
		4		0,0347452	0,01765
		5		-0,0495201	0,00656
		6		0,0588655	0,04898
		7		-0,0581165	-0,0425
		8		-0,0906739	-0,1137
		9		0,0342468	0,04028
		10		0,1062757	0,1148
2	Visualizações da Bitcoin na Wikipédia	D1	0,069403**		
		1	0,031112		
		2	0,0005883		
		3	0,0610866**		
		4	-0,0489187*		
		5	0,0696317**		
		6	-0,0792695***		
		7	0,0225357		
		8	-0,0414908*		
		9	-0,0348775		
	Novas publicações	D1	*b)*		
	Novos membros subscritos	D1	*b)*		
3	*Dow Jones Market Index*	D1		N/A	
		1		0,9307375	
		2		0,2069203	
		3		0,3722804	
		4		-0,3433918	
		5		0,3226801	
		6		-0,0885762	
		7		0,463217	
		8		0,180184	
		9		-0,2106393	
		10		-1,1822	
	Preço Crude	D1		N/A	
		1		-81,43193	
		2		201,6993	
		3		1,534532	
		4		43,94784	
		5		-139,9537	
		6		165,0399	
		7		96,67186	
		8		-93,98885	
		9		10,49478	
		10		-26,8495	
4	*Dow Jones Sustainability*	D1			N/A
		1			6,27055
		2			10,4463
		3			-20,656
		4			11,3455
		5			-13,612
		6			7,47052
		7			-3,1113
		8			8,00689
		9			-6,4031
		10			-14,155
	Constante		781,5686	27,37397	78,8181

Legenda: D – Desfasamentos

Nota: *** variável significativa com um nível de significância de 1%; ** variável significativa com um nível de significância de 5%; e * variável significativa com um nível de significância de 10%. N/A – não aplicável; *a)* – omitido por motivo de multicolinieriedade; b) – não considerado pelo método AIC

Tabela A20 -Impactos a curto prazo nos modelos gerias com a Bitcoin, aplicado ao 2.º período temporal

Hipóteses/Modelos			**H1 a H4**				
			5.1	**5.2**	**5.3**	**5.4**	**5.5**
Modelo			**VAR**	**ARDL**	**ARDL**	**ARDL**	**ARDL**
		D					
	Preço Bitcoin	1	-0,1215928*		-0,0984317		-0,0961332
		2	0,0419582				
		3	0,0881618				
		4	0,0639901				
		5	-0,000035				
		6	0,1117043				
		7	-0,0455165				
		8	-0,0987096				
		9	0,0597667				
		10	0,0248706				
	Número de Bitcoins	D1		*a)*		*a)*	
	Número de transações Bitcoin	D1		b)		b)	
	Número de endereços de Bitcoin	D1			-0,0046155**		-0,0047586***
		1	-0,00421861*				
		2	-0,0030147				
		3	0,003441				
		4	-0,0014645				
		5	0,0001139				
		6	0,0033337				
1		*7*	-0,0011289				
		8	0,0006704				
		9	0,0101554***				
		10	-0,0066114***				
	*Taxa de câm*bio	D1	N/A				
		1	-14536,34				
		2	6866,078				
		3	-55497,02				
		4	1828.419				
		5	-94190,99**				
		6	11374,64				
		7	18615,9				
		8	4474,484				
		9	25859,51				
		10	43926,6				
	Visualizações da Bitcoin na Wikipédia	D1		0,0637601**		0,0653511**	
		1		0,0250936		0,0267003	
		2		-0,0024151		-0,0035707	
		3		0,0601629**		0,0583794**	
		4		-0,0485893*		-0,0535596*	
		5		0,0732252***		0,0672819**	
		6		-0,0785596***		-0,0826202***	
2		7		0,0230574		0,0200174	
		8		-0,0451035*		-0,0443651*	
		9		-0,0358365		-0,0372039	
		10			N/A		N/A
	*Novas p*ublicações	D1			-0,5463189		-0,7066339
		1			1.959061***		1,854661**
	*Novos membr*os subscritos	D1				*b)*	
	Dow Jones Market Index	D1			*b)*		*b)*
	Preço Crude	D1	N/A				
		1	-15,08408				
		2	171,7956				
		3	40,16686				
3		*4*	-1,740798				
		5	-73,55839				
		6	88,1494				
		7	107,711				
		8	-48,71442				
		9	43,70779				
		10	-66,01358				
4		D1	N/A		62,83578***		61,25978***

Hipóteses/Modelos			H1 a H4				
			5.1	5.2	5.3	5.4	5.5
	Dow Jones Sustainability	1	10,51298		6,455679		6,252642
		2	23,42007		26,402*		26,67853*
		3	-8,566458				
		4	4,615098				
		5	11,88382				
		6	10,81961				
		7	-11,29999				
		8	0,5725014				
		9	4,124306				
		10	-25,04826				
	Constante		-26,17667	-3303,58	3444,004	48,55159	18364,11

Legenda: D – Desfasamentos
Nota: *** variável significativa com um nível de significância de 1%; ** variável significativa com um nível de significância de 5%; e * variável significativa com um nível de significância de 10%. N/A – não aplicável; *a)* – omitido por motivo de multicolinieriedade; b) – não considerado pelo método AIC

Tabela A21 - Impactos a curto prazo nos modelos específicos (H1) com a Bitcoin, aplicado ao 3.º período temporal

Hipóteses/Modelos			H1			
			1.1	1.2	1.3	1.4
	Modelo		**ARDL**	**ARDL**	**ARDL**	**ARDL**
		D				
	Preço Bitcoin	1	*b)*	*b)*	*b)*	*b)*
1	Número de Bitcoins	D1	*a)*	*a)*	*a)*	
	Número de transações Bitcoin	D1	*b)*			*b)*
	Número de endereços de Bitcoin	D1		*b)*		*b)*
	Taxa de câmbio	D1	30062,06***	30470.4***	30194,25***	
	Constante		-3328,913***	-1673,815	-3401,189***	-922,6266

Legenda: D – Desfasamentos
Nota: *** variável significativa com um nível de significância de 1%; ** variável significativa com um nível de significância de 5%; e * variável significativa com um nível de significância de 10%. N/A – não aplicável; *a)* – omitido por motivo de multicolinieriedade; b) – não considerado pelo método AIC

Tabela A 22 - Impactos a curto prazo nos modelos específicos (H2-H4) com a Bitcoin, aplicado ao 3.º período temporal

Hipóteses/Modelos			**H2**	**H3**	**H4**
			2.1	**3.1**	**4.1**
	Modelo		**ARDL**	**VAR**	**VAR**
		D			
	Preço Bitcoin	1	-0,0070615	0,041565	0,0386017
		2	-0,0660944	-0,0308099	-0,03891
		3	-0,0198672	-0,0007134	-0,0125002
		4	0,0162296	-0,0108961	-0,0072971
		5	0,0413247	0,0362903	0,0392256
		6	0,0000347	0,0083395	0,0011649
		7	-0,0522541	-0,0570624	-0,0492336
		8	-0,0058215	-0,0242456	-0,0156455
		9	0,1292528***	0,1119725***	0,1188005***
		10		-0,0434322	-0,0400096
2	Visualizações da Bitcoin na Wikipédia	D1	-0,1238162***		
		1	-0,0542103*		
		2	-0,1004814***		
		3	-0,1008428***		
		4	-0,0692562**		
		5	-0,041409		
	Novas publicações	D1	-0,991207**		
		1	-0,6676838		
	Novos membros subscritos	D1	0,0209423		
		1	0,140067***		
		2	0,0667611*		
3	*Dow Jones Market Index*	D1		N/A	
		1		-0,3449829**	
		2		-0,0868818	
		3		0,2393586	
		4		0,2305122	
		5		-0,1514307	
		6		-0,088915	
		7		0,1547402	
		8		0,1554468	
		9		-0,0023355	
		10		0,1049278	
	Preço Crude	D1		N/A	
		1		34,90659	
		2		-36,98814*	
		3		-7,312653	
		4		-3,904854	
		5		-2,612266	
		6		5,102646	
		7		-42,90772	
		8		14,90642	
		9		-17,38812	
		10		-5,416158	
4	*Dow Jones Sustainability*	D1			N/A
		1			-5,739641*
		2			0,3025216
		3			5,755685*
		4			4,222416
		5			-3,197028
		6			-1,250244
		7			-0,229375
		8			2,037758
		9			-1,561928
		10			0,1668143
	Constante		254,4219**	-12,27505	-12,03172

Legenda: D – Desfasamentos
Nota: *** variável significativa com um nível de significância de 1%; ** variável significativa com um nível de significância de 5%; e * variável significativa com um nível de significância de 10%. N/A – não aplicável; *a)* – omitido por motivo de multicolinieriedade;

Tabela A23 - Impactos a curto prazo nos modelos gerias com a Bitcoin, aplicado ao 3.º período temporal

Hipóteses/Modelos			**H1 a H4**				
			5.1	**5.2**	**5.3**	**5.4**	**5.5**
	Modelo		**ARDL**	**ARDL**	**ARDL**	**ARDL**	**ARDL**
		D					
	Preço Bitcoin	1		-0,0114388		-0,0080473	
		2		-0,0548448		-0,0656038*	
		3		0,0023316		-0,0194249	
		4		0,0187296		0,0168003	
		5		0,0435125		0,0430904	
		6		0,0074011		0,0023449	
		7		-0,0452799		-0,0505258	
		8		0,0028019		-0,0045293	
		9		0,1377062***		0,1307258***	
1	Número de Bitcoins	D1		*a)*		*a)*	
	Número de transações Bitcoin	D1		*b)*		*b)*	
	Número de endereços de Bitcoin	D1	*b)*		*b)*		*b)*
	Taxa de câmbio	D1	*b)*				*b)*
2	Visualizações da Bitcoin na Wikipédia	D1		-0,1237245***		-0,1277626***	
		1		-0,0471087		-0,0582532*	
		2		-0,0934692***		-0,1042524***	
		3		-0,1009343***		-0,1041308***	
		4		-0,0730681**		-0,0723699**	
		5				-0,0420129	
	Novas publicações	D1			-0,6564811*	-1,00025**	-0,6229605*
		1				-0,7119515*	
	Novos membros subscritos	D1				0,0205191	
		1				0,1393492***	
		2				0,0656562*	
3	*Dow Jones Market Index*	D1			0,5530824**		0,5584723**
		1			-0,3401297**		-0,3395101**
	Preço Crude	D1		43,85824**			
		1		29,98341			
4	*Dow Jones Sustainability*	D1	26,52529***		17,92833***		17,89891***
		1	-5,745204**				
	Constante		-1331,509	519,9203	1300,75	88,5517	-812,3909

Legenda: D – Desfasamentos
Nota: *** variável significativa com um nível de significância de 1%; ** variável significativa com um nível de significância de 5%; e * variável significativa com um nível de significância de 10%. N/A – não aplicável; *a)* – omitido por motivo de multicolinieriedade; b) – não considerado pelo método AIC

Tabela A24 - Impactos a curto prazo nos modelos específicos (H1) com a *Cardano*, aplicado ao 1.º período temporal

Hipóteses/Modelos			**H1**			
			1.1	**1.2**	**1.3**	**1.4**
Modelo			**ARDL**	**ARDL**	**ARDL**	**ARDL**
		D				
	Preço *Cardano*	1	*b)*	*b)*	*b)*	*b)*
1	Número de *Cardanos*	D1	*b)*	*b)*	*b)*	
	Número de transações *Cardano*	D1	2,39E-07			1,88E-07
		1	8,06e-07***			7,39e-07***
		2	4,17e-07**			3,39E-07
		3	5,38e-07***			4,84e-07**
		4	-1,10E-07			-1,80E-07
		5	2,00E-07			1,65E-07
		6	2,89E-07			2,52E-07
		7	3,71e-07*			3,30e-07*
		8	6,14e-07***			5,88e-07***
	Número de endereços de *Cardano*	D1				-3,05e-06**
	Taxa de câmbio	D1	0,062032*	0,0566812	0,0578649	0,0644784*
		1		0,0607156	0,0614142	
	Constante		0,0240272	0,0333915	0,0332537	-0,0123033

Legenda: D – Desfasamentos Nota: *** variável significativa com um nível de significância de 1%; ** variável significativa com um nível de significância de 5%; e * variável significativa com um nível de significância de 10%. N/A – não aplicável; b) – não considerado pelo método AIC

Tabela A25 - Impactos a curto prazo nos modelos específicos (H2-H4) com a Cardano, aplicado ao 1.º período temporal

Hipóteses/Modelos			**H2**	**H3**	**H4**
			2.1	**3.1**	**4.1**
Modelo			**ARDL**	**ARDL**	**VAR**
		D			
	Preço *Cardano*	1			-0,0054498
		2			0,0225876
		3			-0,021492
		4			-0,0001718
		5			0,0123347
		6			0,0040774
		7			0,0615087*
		8			-0,0218974
		9			-0,0634207*
		10			0,0146735
2	Visualizações da *Cardano* na Wikipédia	D1	*b)*		
	Novas publicações	D1	*b)*		
	Novos membros subscritos	D1	3,78E-07		
		1	8,29e-07**		
3	*Dow Jones Market Index*	D1		1,52E-07	
		1		2,05e-06***	
		2		6,42E-07	
	Preço Crude	D1		*b)*	
4	*Dow Jones Sustainability*	D1			N/A
		1			,0000505*
		2			6,17E-06
		3			3,39E-06
		4			7,96E-06
		5			-4,36E-06
		6			0,0000163*
		7			-1,69E-06
		8			-0,0000105
		9			7,57E-06
		10			-3,51E-06
	Constante		0,0001221	-0,0011657	0,0000141

Legenda: D – Desfasamentos
Nota: *** variável significativa com um nível de significância de 1%; ** variável significativa com um nível de significância de 5%; e * variável significativa com um nível de significância de 10%. N/A – não aplicável; b) – não considerado pelo método AIC

Tabela A26 - Impactos a curto prazo nos modelos gerias com a *Cardano*, aplicado ao 1.º período temporal

Hipóteses/Modelos			**H1 a H4**				
			5.1	**5.2**	**5.3**	**5.4**	**5.5**
Modelo			**ARDL**	**ARDL**	**ARDL**	**ARDL**	**ARDL**
		D					
Preço *Cardano*		1	*b)*	*b)*	*b)*	*b)*	*b)*
1	Número de *Cardanos*	D1		*b)*		*b)*	
	Número de transações *Cardano*	D1		1,55E-07		-7,23E-08	
		1		7,28e-07***		5,29e-07**	
		2		3,39E-07		1,54E-07	
		3		4,78e-07**		2,64E-07	
		4		-1,63E-07		-4,06e-07**	
		5		1,36E-07		-1,11E-07	
		6		2,72E-07		1,06E-07	
		7		3,58e-07*		2,32E-07	
		8		5,80e-07***		5,70e-07***	
	Número de endereços de *Cardano*	D1	*b)*		*b)*		*b)*
	Taxa de câmbio	D1	*b)*				*b)*
2	*V*isualizações da *Cardano* na Wikipédia	D1		*b)*		*b)*	
	Novas publicações	D1				-1,03E-06	
		1				-2,59E-06	
		2				-1,03E-06	
		3				1,85E-06	
		4				6,34E-06	
		5				7,37e-06*	
		6				0,0000134***	
	Novos membros subscritos	D1				5,40E-07	
		1				8,34e-07**	
3	*Dow Jones Market Index*	D1			*b)*		*b)*
	Preço Crude	D1	*b)*	*b)*	*b)*		
4	*Dow Jones Sustainability*	D1	0,0000106		0,0000143		0,000012
		1	0,0000447***		0,0000398***		0,0000386***
	Constante		-0,0123594	0,0350562	-0,0020003	0,0290399	-0,01256

Legenda: D – Desfasamentos
Nota: *** variável significativa com um nível de significância de 1%; ** variável significativa com um nível de significância de 5%; e * variável significativa com um nível de significância de 10%. N/A – não aplicável; b) – não considerado pelo método AIC

Tabela A27 -Impactos a curto prazo nos modelos específicos (H1) com a *Cardano*, aplicado ao 2.º período temporal

Hipóteses/Modelos			**H1**			
			1.1	**1.2**	**1.3**	**1.4**
Modelo			**VAR**	**ARDL**	**ARDL**	**ARDL**
		D				
Preço *Cardano*		1	-0,1450007*	0,0120899	0,0105583	-0,1982517**
		2	0,0147253	0,1359971*	0,1064425	-0,0150922
		3	-0,2042825***	-0,1234631*	-0,1399035**	-0,1406871*
		4	0,025822	0,0566704	0,0491045	0,0110589
		5	-0,1218291*	-0,1269977*	-0,1288953**	-0,1575698**
		6	-0,0675937	-0,0271542	-0,0466979	-0,1309717*
		7	0,0327537	0,0743907	0,0561357	0,0059133
		8	-0,1866607**	-0,1776885***	-0,1829641***	-0,1883051***
		9	0,0029696			-0,0953166
		10	0,0894154			
1	Número de *Cardanos*	*D1*	N/A	-2,26e-10***	-2,26e-10***	
		1	0,0000000000767***	-8,09e-11***	-7,65e-11***	
		2	0,0000000000656*			
		3	5,39E-11			
		4	0,0000000000723*			
		5	0,0000000000778**			
		6	0,000000000075**			
		7	2,18E-11			
		8	4,29E-11			
		9	0,0000000000735**			
		10	0,0000000000427*			
	Número de transações *Cardano*	D1	N/A			5,89E-07
		1	0,00000452***			4,03e-06***
		2	0,00000523***			4,50e-06***
		3	0,0000024*			2,86e-06*
		4	1,70E-06			1,43E-06
		5	-6,09E-07			-1,84E-06
		6	1,40E-06			1,62E-06
		7	-0,00000307**			-2,91e-06***
		8	-1,66E-06			
		9	3,56E-07			
		10	2,37E-07			
	Número de endereços de *Cardano*	D1		1,73e-07*		-4,51E-08
		1				1,69e-07*
	Taxa de câmbio	D1	N/A	2,438362		
		1	-0,3951771			
		2	-0,0881525			
		3	3,243282**			
		4	-1,593779			
		5	2,339499*			
		6	-0,0349525			
		7	1,04777			
		8	2,656464**			
		9	1,550963			
		10	-3,028719**			
	Constante		0,0044725		-5,058838***	-0,314422

Legenda: D – Desfasamentos
Nota: *** variável significativa com um nível de significância de 1%; ** variável significativa com um nível de significância de 5%; e * variável significativa com um nível de significância de 10%. N/A – não aplicável

Tabela A28 - Impactos a curto prazo nos modelos específicos (H2-H4) com a *Cardano*, aplicado ao 2.º período temporal

Hipóteses/Modelos			**H2**	**H3**	**H4**
			2.1	**3.1**	**4.1**
Modelo			**ARDL**	**VAR**	**VAR**
		D			
	Preço *Cardano*	1	-0,1496268**	-0,1311422*	-0,0838084
		2	-0,0624249	0,1150812*	0,1085263
		3	-0,2051868***	-0,220161***	-0,1713347**
		4		-0,0097143	-0,007751
		5		-0,0751197	-0,0641139
		6		-0,0559193	-0,0604889
		7		0,0484651	0,067966
		8		-0,1283332*	-0,1727551**
		9		0,0444132	0,0335942
		10		0,1592662**	0,162223**
2	Visualizações da *Cardano* na Wikipédia	D1	-0,0000131*		
		1	0,0000561***		
		2	0,0000311***		
		3	0,0000217**		
		4	0,0000462***		
		5	-0,0000246***		
		6	0,0000162*		
		7	-0,0000216**		
	Novas publicações	D1	-0,00006*		
		1	-0,0001127***		
		2	0,0000154		
		3	-0,0000672**		
		4	-0,0001072***		
		5	-0,0001056***		
		6	-0,000091***		
		7	-0,0001051***		
	Novos membros subscritos	D1	-6,06E-07		
3	*Dow Jones Market Index*	1		0,0000502*	
		2		-0,0000281	
		3		-5,74E-06	
		4		0,0000401	
		5		7,09E-06	
		6		0,0000234	
		7		0,0000371	
		8		0,0000568*	
		9		0,0000358	
		10		0,0000133	
	Preço Crude	1		0,0037992	
		2		-0,0022957	
		3		0,0167932***	
		4		0,0032205	
		5		0,0047424	
		6		-0,0023015	
		7		0,0019577	
		8		-0,0109273*	
		9		-0,0068845	
		10		0,0026415	
4	*Dow Jones Sustainability*	1			0,0010542*
		2			-0,0011126*
		3			-0,0001708
		4			0,0001691
		5			0,0000954
		6			-0,0004114
		7			0,0009831*
		8			-0,0003817
		9			0,0012355**
		10			-0,000508
	Constante		0,0095659	0,0007411	0,005118

Legenda: D – Desfasamentos
Nota: *** variável significativa com um nível de significância de 1%; ** variável significativa com um nível de significância de 5%; e * variável significativa com um nível de significância de 10%. N/A – não aplicável

Tabela A 29 - Impactos a curto prazo nos modelos gerias com a *Cardano*, aplicado ao 2.º período temporal

Hipóteses/Modelos			**H1 a H4**				
			5.1	**5.2**	**5.3**	**5.4**	**5.5**
Modelo			**VAR**	**VAR**	**ARDL**	**ARDL**	**ARDL**
		D					
	Preço *Cardano*	1	-0,1067433	-0,1272121*		-0,177446**	-0,0359577
		2	0,1272174*	-0,0991698		-0,1570451**	0,1480365**
		3	-0,1950333***	-0,1967138***		-0,2311894***	
		4	0,0308941	0,0609552		-0,0487113	
		5	-0,0567841	-0,1606642**		-0,2307954***	
		6	-0,0617605	-0,0035823		-0,1110761*	
		7	0,0830322	0,0357473		-0,0181372	
		8	-0,1741462**	-0,1099579*		-0,1730288***	
		9	0,0226249	0,0090191			
		10	0,1737235**	0,0674846			
	Número de *Cardanos*	*D1*		N/A		-8,29e-11***	
		1		6,43 E-11***			
		2		5,86 E-11**			
		3		1,27E-11			
		4		-7,61E-12			
		5		3,85E-11			
		6		3,68E-11			
		7		4,11E-11			
		8		5,03E-11			
		9		3,63E-11			
		10		2,57E-11			
	Número de transações *Cardano*	D1		N/A		-2,57E-07	
		1		0,00000328***		1,11E-06	
		2		0,00000297***		1,47E-06	
		3		0,00000284**		2,23e-06*	
		4		1,70E-06		1,61E-06	
		5		1,46E-07		-8,94E-08	
		6		1,55E-06		2,80e-06***	
		7		-1,37E-06			
		8		-5,97E-08			
		9		6,40E-07			
		10		1,57E-06			
	Número de endereços de *Cardano*	D1	N/A		9,10E-08		2,01e-07**
		1	7,73E-08		2,43e-07***		3,10e-07***
		2	7,35E-08				
		3	9,66E-08				
		4	-3,65E-08				
		5	-1,50E-08				
		6	-7,76E-09				
		7	-8,66E-08				
		8	2,65E-08				
		9	3,96E-09				
		10	-1,24E-07				
	*Taxa de câm*bio	D1	N/A				3,363029**
		1	0,3741664				-0,259334
		2	0,8439496				-1,860465
		3	2,714531				1,272663
		4	-3,172184*				-3,689719**
		5	0,6220249				
		6	-1,100063				
		7	-0,9928546				
		8	5,011136***				
		9	0,4635418				
		10	-4,043896**				
2	*Visualizações da Cardano* na Wikipédia	D1		N/A		-3,14E-06	
		1		0,0000409***		0,0000348***	
		2		0,0000206**		0,0000288***	

Hipóteses/Modelos			H1 a H4				
			5.1	5.2	5.3	5.4	5.5
		3		0,0000146*		0,0000164*	
		4		0,0000309***		0,0000387***	
		5		-0,0000405***		-0,0000122	
		6		0,0000227**			
		7		-0,0000251**			
		8		7,34E-06			
		9		-4,68E-06			
		10		-0,0000246**			
	Novas publicações	D1			-0,0000347	0,0000102	-0,0000471
		1			-0,000188***	-0,0000679*	-0,0001775***
		2			-6,62E-06	0,0000385	6,56E-06
		3			-0,0000895**	-0,0000546	-0,000058
		4			-0,0000537	-0,0000789**	-0,0000558
		5			-0,0000908***	-0,0000862***	-0,0000796**
		6			-0,0000781**	-0,0000962***	-0,0000655*
		7			-0,0001028***	-0,0000842***	-0,0000815**
	Novos membros subscritos	D1				-6,40e-07*	
3	*Dow Jones Market Index*	D1			-0,0001132**		
		1			-0,0001015*		
		2			-0,000103**		
	Preço Crude	D1	N/A	N/A			
		1	0,0035693	0,005312			
		2	0,0002121	-0,0067143			
		3	0,0175372***	0,0089382*			
		4	0,0096818	-0,0017483			
		5	0,0004752	0,0069383			
		6	-0,0021556	-0,0029883			
		7	0,0022588	-0,0002982			
		8	-0,0099429	-0,0034731			
		9	-0,0040233	-0,0024368			
		10	0,0070536	0,0017945			
4	*Dow Jones Sustainability*	D1	N/A		0,0014602		-0,0006344
		1	0,0012692***		0,0028701***		0,001248**
		2	-0,0010452		-0,0001703		-0,0011954*
		3	-0,0006273		-0,0002698		
		4	0,0004225		-0,0003824		
		5	-0,000226		-0,0006343		
		6	-0,0000803		-0,0009851		
		7	0,0012091*		0,0006398		
		8	-0,0005618		-0,0007731		
		9	0,0011093*		0,0012759**		
		10	0,0002836				
	Constante		0,0006072	0,0046757	-1,073561**	-0,4255633	-0,329357

Legenda: D – Desfasamentos
Nota: *** variável significativa com um nível de significância de 1%; ** variável significativa com um nível de significância de 5%; e * variável significativa com um nível de significância de 10%. N/A – não aplicável

Tabela A30 - Impactos a curto prazo nos modelos específicos (H1) com a *Cardano*, aplicado ao 3.º período temporal

Hipóteses/Modelos			**H1**			
			1.1	**1.2**	**1.3**	**1.4**
Modelo			**ARDL**	**ARDL**	**VAR**	**ARDL**
		D				
Preço *Cardano*		1	-0,0195117	-0,0328014	-0,0170878	-0,0329126
		2	-0,0784757**	-0,081218**	-0,0757629**	-0,0866828**
		3	0,0092922	0,0130869	0,0154356	0,0096781
		4	0,0237426	0,0366239	0,0246878	0,0234275
		5	-0,0301001	-0,0062317	-0,0199093	-0,0171423
		6	0,053656	0,0752731**	0,0542013	0,0639992*
		7	0,0129994	0,026567	0,0174154	0,0310273
		8	0,0318055	0,0197775	0,0367784	0,0177506
		9	0,1625258***	0,1711662***	0,1695258***	0,1770036***
		10			0,0288187	
1	Número de *Cardanos*	D1	-2,41e-11*	-4,09e-11***		
		1		-3,30e-11**		
		2		-3,70e-11**		
		3		-3,69e-11**		
		4		-3,13e-11**		
		5		-2,57e-11*		
	Número de transações *Cardano*	D1	2,83e-07***			1,57E-07
		1	1,48E-07			
	Número de endereços de *Cardano*	D1		-2,18E-09		-1,07E-08
		1		5,80E-09		1,48E-07
		2		-3,26E-07		-2,93E-07
		3		-5,43e-07**		-4,83e-07*
		4		2,12E-07		2,15E-07
		5		-5,39e-07**		-5,26e-07*
		6		4,20E-08		9,60E-08
		7		-2,52E-07		-2,72E-07
		8		6,81e-07**		6,92e-07**
		9		3,80E-07		4,44e-07*
	Taxa de câmbio	D1	0,4148091	0,230958		0,2188965
		1	1,597887***	1,609261***	1,533533***	1,519825***
		2			-0,0058069	
		3			0,2896418	
		4			-0,0490491	
		5			0,0151563	
		6			0,0392595	
		7			0,3753508	
		8			-0,1043307	
		9			-0,6620044	
		10			-0,3259001	
	Constante		0,200528*	0,023652	-0,0010743	0,0004535

Legenda: D – Desfasamentos
Nota: *** variável significativa com um nível de significância de 1%; ** variável significativa com um nível de significância de 5%; e * variável significativa com um nível de significância de 10%. N/A – não aplicável

Tabela A 31 - Impactos a curto prazo nos modelos específicos (H2-H4) com a *Cardano*, aplicado ao 3.º período temporal

Hipóteses/Modelos			**H2**	**H3**	**H4**
			2.1	**3.1**	**4.1**
Modelo			**ARDL**	**VAR**	**VAR**
		D			
	Preço *Cardano*	1	-0,082086**	-0,0067753	-0,02008
		2	-0,0520433	-0,0666*	-0,0771657**
		3	0,0351551	0,0215089	0,0165143
		4	-0,0378153	0,0038525	0,0165386
		5	-0,0491995	-0,007164	-0,0164389
		6	0,0598655*	0,0672377*	0,0617373*
		7		0,0085398	0,0155828
		8		0,0200021	0,0196292
		9		0,1758827***	0,174486***
		10		0,0233341	0,0185653
2	Visualizações da *Cardano* na Wikipédia	D1	0,0000415***		
		1	0,0000993***		
		2	0,0000249**		
		3	0,0000184*		
		4	-0,0000126		
		5	0,0000469***		
		6	0,00002**		
	*Novas publi*cações	D1	-6,34E-07		
		1	-0,0001085***		
		2	-0,0000858***		
		3	-1,48E-06		
		4	-0,0000346		
		5	-0,0000411*		
		6	-0,0000552***		
		7	-0,0000529***		
		8	-0,0000256		
	*Novos membr*os subscritos	D1	*b)*		
3	*Dow Jones Market Index*	D1		N/A	
		1		0,0000488***	
		2		-8,61E-06	
		3		1,19E-06	
		4		1,48E-06	
		5		5,88E-06	
		6		-6,07E-06	
		7		3,21E-06	
		8		7,93E-06	
		9		7,75E-06	
		10		-4,02E-06	
	Preço Crude	D1		N/A	
		1		0,0016733*	
		2		0,0004098	
		3		-0,001113	
		4		-8,74E-06	
		5		0,0002439	
		6		-0,0001866	
		7		0,0002153	
		8		-0,0018488*	
		9		0,000623	
		10		-0,0005188	
4	*Dow Jones Sustainability*	D1			N/A
		1			0,0010457***
		2			-0,0001338
		3			0,0001056
		4			-0,0000793
		5			0,000056
		6			7,11E-06
		7			6,36E-06
		8			0,0000133
		9			0,0000787
		10			-0,0001314
	Constante		0,0048886	-0,0012015	-0,0012023

Legenda: D – Desfasamentos
Nota: *** variável significativa com um nível de significância de 1%; ** variável significativa com um nível de significância de 5%; e * variável significativa com um nível de significância de 10%. N/A – não aplicável; b) – não considerado pelo método AIC

Tabela A32 - Impactos a curto prazo nos modelos gerias com a *Cardano*, aplicado ao 3.º período temporal

Hipóteses/Modelos			**H1 a H4**				
			5.1	**5.2**	**5.3**	**5.4**	**5.5**
Modelo			**ARDL**	**ARDL**	**ARDL**	**ARDL**	**ARDL**
		D					
1	**Preço *Cardano***	1	-0,0426467	-0,0671191*	-0,0304048	-0,1069001***	-0,0324923
		2	-0,0766493**	-0,0709224**	-0,0713544**	-0,0622076*	-0,0689371*
		3	0,0071657	0,0545439	-0,0326005	0,0603868*	-0,0292872
		4	0,0247281	-0,0427049	0,0043759		0,011913
		5	-0,0080012	-0,0731516**	0,0041761		0,009182
		6	0,0776861**	0,0731466**	0,0575246		0,0556353
		7	0,0311357	0,0512569	-0,0037519		-0,0011826
		8	0,0252984	0,0147786	0,0411804		0,0391831
		9	0,1812885***	0,0659172**	0,1736963***		0,1726291***
	Número de *Cardanos*	D1		*b)*		*b)*	
	Número de transações *Cardano*	D1		2,74e-07***		2,93e-07***	
		1				-2,57E-11	
		2				3,24E-08	
		3				-1,40E-07	
		4				-1,24E-07	
		5				-1,70e-07*	
		6				1,78E-08	
		7				9,70E-08	
		8				2,89e-07***	
		9				1,43e-07*	
	Número de endereços de *Cardano*	D1	-1,80E-08		-2,90E-07		-3,02E-07
		1	5,67E-08		1,44E-08		-1,73E-08
		2	-2,80E-07		-2,82E-07		-3,76E-07
		3	*-5,31e-07***		*-5,61e*-07**		*-5,83e-07***
		4	*9,53E*-08		-7,00E-08		1,18E-08
		5	-4,07E-07		-2,81E-07		-3,24E-07
		6	2,90E-08		-2,15E-07		-2,02E-07
		7	-1,92E-07		-1,10E-08		-6,71E-08
		8	5,41e-07**		5,70e-07**		6,18e-07**
		9	5,27e-07**		5,25e-07**		4,96e-07**
	Taxa de câmbio	D1					-0,4446373
		1					0,6928349*
2	Visualizações da *Cardano* na Wikipédia	D1		0,000015		0,00027**	
		1		0,0000732***		0,0000935***	
		2		1,27E-06		0,0000213**	
		3		0,000013		0,0000139	
		4		-0,0000195**		-0,0000243***	
		5		0,0000396***		0,0000353***	
		6		0,0000145*		0,0000108	
	Novas publicações	D1			3,50E-06	0,0000101	0,0000106
		1			-0,0001003***	-0,0001091***	-0,0000967***
		2			-0,0000921***	-0,0000831***	-0,0000911***
		3			-0,0000289	3,42E-06	-0,0000265
		4			-0,0000746***	-0,0000332	-0,0000716***
		5			-0,0000641***	-0,000044**	-0,0000625***
		6			-0,0000795***	-0,0000552***	-0,0000798***
		7			-0,0000483**	-0,0000682***	-0,0000498**
		8			-0,0000561**	-0,0000368**	-0,0000569***
	Novos membros subscritos	D1				*b)*	
3	*Dow Jones Market Index*	D1			4,54E-06		7,19E-06
		1			0,0000202		0,0000453***
		2			-0,0000257**		
	Preço Crude	D1	0,0000133	0,0002924	0,0000523		
		1	0,0022849**	0,0026914***	0,0021385**		
4	*Dow Jones Sustainability*	D1	0,0001553		-2,88E-06		
		1	0,0009359***		0,0005794**		
		2			0,0003534		
	Constante		0,07744	0,4106467***	-0,0107677	0,3002229***	0,0526053

Legenda: D – Desfasamentos
Nota: *** variável significativa com um nível de significância de 1%; ** variável significativa com um nível de significância de 5%; e * variável significativa com um nível de significância de 10%. N/A – não aplicável

UNIVERSIDADE DOS AÇORES
Faculdade de Economia e Gestão

Rua da Mãe de Deus
9500-321 Ponta Delgada
Açores, Portugal