

Os impactos da taxa de juros dos EUA sobre a cotação das criptomoedas e NFTs¹

Pedro Raffy Vartanian
Professor de Economia na Universidade Presbiteriana Mackenzie
pedro.vartanian@mackenzie.br

Alvaro Alves de Moura Jr
Professor de Economia na Universidade Presbiteriana Mackenzie
alvarojr2003@mackenzie.br

Joaquim Carlos Racy
Professor de Economia na PUC-SP
racjo@uol.com.br

Roberto Simioni
Mestre em Economia na Universidade Presbiteriana Mackenzie
bob.simioni@yahoo.com

Resumo

Em 2008 surgiu a primeira ideia de criptomoeda, o Bitcoin, lançado em 2009, seguido da criação da Ether em 2013, uma criptomoeda que se tornou bastante popular com a rede Ethereum e que permitiu o desenvolvimento do mercado de NFTs. Um ano depois, em 2014, o primeiro NFT (Non-fungible Tokens) foi vendido. A partir de 2020, os mercados de criptomoedas e os mercados de NFTs experimentaram uma forte ascensão nas cotações, que, após atingirem o pico em 2021/2022, inverteram a tendência e mostraram quedas acentuadas nos preços. Em 2020 teve início, também, um processo de elevação das taxas de juros nos EUA. Nesse contexto, o objetivo da pesquisa é avaliar o impacto da política monetária contracionista dos EUA sobre as criptomoedas e os NFTs, por meio de um modelo de Vetores Autorregressivos (Modelo VAR). Entre os resultados encontrados, destaca-se que elevações da taxa de juros promoveram impactos negativos nos preços das criptomoedas e dos NFTs.

Palavras-chave: NFT. Criptomoedas, Modelo VAR.

Classificação JEL: E40, O30, C58

Abstract

In 2008, the first cryptocurrency idea emerged, Bitcoin, launched in 2009, followed by the creation of Ether in 2013, a cryptocurrency that became quite popular with the Ethereum network and allowed the development of the NFTs market. A year later, in 2014, the first NFT (Non-fungible Tokens) were sold. Starting in 2020, cryptocurrency markets and NFT markets experienced a strong rise in prices, which, after reaching a peak in 2021/2022, reversed the trend and showed sharp drops in prices. In 2020, a process of increasing interest rates in the USA also began. In this context, the objective of the research is to evaluate the impact of US contractionary monetary policy on cryptocurrencies and NFTs, using a Vector Autoregressive model (VAR Model). Among the results found, it is highlighted that interest rate increases had negative impacts on the prices of cryptocurrencies and NFTs.

Keywords: NFT. Cryptocurrencies. VAR Model.

JEL Classification: E40, O30, C58.

¹ Os autores agradecem o apoio financeiro do MackPesquisa.

1. Introdução

Em 2008 surgiu a primeira criptomoeda, o Bitcoin, que foi lançada um ano depois mesmo cercada de mistérios sobre quem foi o autor da criação. Assim como muitas tecnologias disruptivas, o Bitcoin demorou alguns anos para que se desenvolvesse. Em 2013, o Bitcoin começou a ganhar popularidade com aumento da demanda e elevação das cotações. Em 2017, observou-se um novo período de aumento acentuado das cotações.

Em 2013 surgiu a rede Ethereum, com a moeda Ether, que se tornou a segunda principal criptomoeda. As criptomoedas são baseadas na tecnologia de blockchain, que atua de forma totalmente descentralizada, o que reduz as possibilidades de fraude. A rede Ethereum, por sua vez, permitiu o desenvolvimento do mercado de NFTs (Non-fungible Tokens). Um token não fungível é uma “peça” digital registrada em cadeias blockchain, e pode ser uma obra de arte digital, um jogo, um vídeo ou qualquer outro ativo digital.

Em 2014, o primeiro NFT foi vendido. A partir de 2020, os mercados de criptomoedas e os mercados de NFTs experimentaram uma forte ascensão nas cotações, que após atingirem o pico em 2021/2022, inverteram a tendência e mostraram quedas acentuadas nos preços.

Em 2020 teve início, também, um processo de elevação das taxas de juros de longo prazo nos EUA, como uma resposta diante do comportamento altista dos preços. Como uma estratégia de se evitar potencial grande depressão decorrente da crise no sistema financeiro durante e após a crise do subprime em 2007/2008, o *Federal Reserve* adotou um programa de estímulos monetários, que promoveu injeções mensais de bilhões de dólares na economia, por meio da compra de ativos que resultou em patamares historicamente baixos de taxas de juros. O programa foi de longa duração e, em 2017, o Banco Central estadunidense iniciou um processo bastante gradual de reversão dos estímulos. Em 2020, entretanto, como uma resposta à pandemia da Covid19, os estímulos foram retomados de forma ainda mais acentuada, e como os preços mostraram sinais de elevação, as taxas de juros começaram uma trajetória altista, o que certamente impactou os vários ativos da economia, como ações, títulos, mercado imobiliário e, adicionalmente, os mercados de criptomoedas e NFTs.

Nesse contexto, o objetivo da pesquisa é avaliar o impacto da política monetária dos EUA sobre as criptomoedas e NFTs, por meio de um modelo de Vetores Autorregressivos (Modelo VAR). A partir dos estudos de Dowling (2021) e de Vartanian et. al (2023), buscar-se-á mostrar eventuais impactos da política monetária sobre os preços das criptomoedas e NFTs. A hipótese da pesquisa é que as criptomoedas e NFTs apresentam um comportamento semelhante ao de outros ativos de risco, como as ações, com uma resposta de queda nos preços diante de uma política monetária contracionista.

Para o alcance dos objetivos da pesquisa, este artigo está organizado em cinco seções, além desta introdução. A próxima seção contempla o referencial teórico, com ênfase no mercado de blockchain, criptomoedas e NFTs. Na seção 3, apresenta-se a metodologia da pesquisa, com destaque para os dados e o modelo econométrico VAR. Na seção 4 são apresentados os resultados obtidos a partir do modelo econométrico, seguidos pelas considerações finais na seção 5.

2. Referencial Teórico

A primeira criptomoeda, o Bitcoin, surgiu em 2008 e foi lançada em 2009 como uma proposta de criação de meio de pagamento digital sem a necessidade de intermediação por parte de bancos e/ou instituições financeiras. A base de funcionamento do Bitcoin é uma rede descentralizada que garante segurança às transações conhecida como blockchain.

Há, portanto, uma forte conexão entre o blockchain e o mercado de criptomoedas ou moedas digitais, ainda que o blockchain tenha uma infinidade de aplicações além do mercado de criptomoedas. Criptomoedas são moedas transacionadas em um sistema de pagamentos descentralizado (DLT) e sem a presença de intermediários financeiros (peer-to-peer). São transacionados em uma cadeia blockchain, em que todos os computadores que possuem acesso ao sistema são capazes de minerar Bitcoins e outras criptomoedas, de acordo com Chuen (2015).

Na década de 1980, David Chaum, por meio da empresa Digicash, desenvolveu o conceito de moeda digital, que, envolvia a privacidade e o anonimato por meio da criptografia. Seguindo as mesmas características da Digicash, surgiram outras moedas digitais, dentre elas a Haschcash, o b-money e outras inovações importantes, como a tecnologia proof of work (posteriormente conhecida como mineração), que conferiu segurança às operações com moedas digitais. Tais moedas estavam sujeitas à regulação e supervisão das autoridades monetárias dos países em questão, segundo Mattos et al. (2019).

Ainda que haja semelhanças entre moedas digitais e criptomoedas, sendo utilizadas de forma recorrente como sinônimos, há diferenças entre as duas categorias. Apenas as criptomoedas são utilizados em um sistema de pagamentos descentralizado e peer to peer sem sujeição a um órgão regulador ou supervisor centralizado. Isso quer dizer que as criptomoedas são moedas debt-free, não sendo passivos de nenhum outro agente, com oferta limitada, segundo Chuen (2015).

Nesse contexto, o Bitcoin é uma moeda digital descentralizada que permite a comercialização de forma direta e sem uma intermediação bancária. Cada transação de Bitcoin é registrada em um livro-razão público acessível a todos, tornando as transações difíceis de reverter e difíceis de falsificar. O Bitcoin foi introduzido por Nakamoto (2008) como um pagamento em dinheiro digital (Shazad et al., 2019).

Por mais de um ano após a sua criação o Bitcoin foi negociado por centavos. Seu valor subiu para cerca de US\$ 1,00 em fevereiro de 2011, e, em seguida, para quase US\$ 30 quatro meses depois antes de se estabelecer para uma média de apenas US\$ 8,16 entre julho de 2011 a fevereiro de 2012. Em meados de 2015, um bitcoin foi trocado por cerca de US\$ 290 (Luther, 2016). Existem outras moedas inclusive denominadas como alternativas ou “Altcoins” (Nubits, Litecoin, etc.) que surgiram após o sucesso inicial (e limitado) do Bitcoin e que inclusive apresentam até menos limitações em termos operacionais que o Bitcoin. Por exemplo, Litecoin tem o mesmo sistema de distribuição do Bitcoin, mas oferece uma circulação de até 84 milhões de moedas, enquanto o Bitcoin é limitado a 21 milhões. O Nubits por sua vez, supera o problema de volatilidade do poder de compra do Bitcoin, na medida em que atrela seu valor ao dólar. Em 15 de julho de 2015, mais de quinhentas criptomoedas já estavam em circulação com valor de mercado de aproximadamente US\$ 4,89 bilhões, mas a pioneira Bitcoin já tinha como valor de

mercado no mesmo período cerca de US\$ 4,17 bilhões, representando 85,6% do mercado (Luther, 2016).

O lançamento de fundos vinculados ao Bitcoin por bancos de investimentos globais também aumentou a acessibilidade para o mercado de Bitcoin. Some-se a isso o lançamento de contratos futuros com base nos preços do Bitcoin no final de 2017 que aumentou ainda mais a legitimidade do Bitcoin como um investimento (Shazad et al, 2019).

Já o Ethereum trata-se do primeiro e mais popular protocolo público e sem permissão de blockchain, introduzido em 2014 no mercado, e que permite que qualquer usuário crie e implante programas em sua infraestrutura global compartilhada (Wood, 2014). A comunidade que administra uma infinidade de pedaços de código de software (contratos inteligentes) no blockchain Ethereum deu origem à “rede Ethereum”. Para promover interoperabilidade, a rede Ethereum concordou com vários padrões de nível de aplicativo denominados ERCs (Ethereum Foundation, 2018), sendo o mais conhecido o padrão ERC 20 (Ethereum Request for Comments), que especifica uma interface padronizada para tokens fungíveis que tem sido amplamente utilizados para fornecer titulares com certos direitos de acesso ou governança, ou para facilitar ICOs (Initial Coin Offering). ICOs são operações que se assemelham a de oferta inicial de ações, mas que é referente à oferta inicial de alguma criptomoeda nova. Tal tipo de operação vem se tornando uma nova forma de crowdfunding, segundo Regner (2019).

O desenvolvimento da rede Ethereum permitiu o desenvolvimento do mercado de Tokens não fungíveis (NFTs), que como mencionado anteriormente, é uma “peça” digital registrada em cadeias blockchain, e pode ser uma obra de arte digital, um jogo, um vídeo ou qualquer outro ativo digital.

Uma pesquisa no Etherscan, um popular explorador de blockchain Ethereum, retorna mais de 140.000 contratos de token implantados na cadeia principal pública Ethereum (Etherscan, 2018), indicando que os tokens representam um componente importante para casos de uso de blockchain. No final de 2017 uma nova classe de tokens foi introduzida com o padrão ERC-721 e que especifica uma interface padronizada para chamados tokens não fungíveis (Enriken et al., 2018). A motivação por trás da criação deste novo padrão foi que existe uma diferença crucial entre tokens fungíveis e tokens de não fungibilidade.

O termo fungível refere-se à intercambiabilidade de cada unidade de uma mercadoria com outras unidades da mesma mercadoria, ou seja, duas partes podem trocar o mesmo valor sem qualquer ganho ou perda. Enquanto fungibilidade - a capacidade de ser substituídos um pelo outro - é uma característica essencial de qualquer moeda, a não fungibilidade é o oposto como cada token é distinguível e, portanto, também não pode ser dividido ou mesclado segundo Merriam-Webster (2018) e Voshmgir (2018). Isso também tem implicações para rastrear a propriedade de tokens, pois cada NFT precisa ser rastreado separadamente. O padrão ERC-721 especifica que cada NFT tem um id único globalmente, é transferível, e pode opcionalmente incluir metadados. Os NFTs foram criados para um propósito específico que é o de representar propriedade sobre ativos digitais ou físicos conforme Enriken et al. (2018).

Embora o conceito de “moedas coloridas” como uma representação de ativos do mundo real tenha sido discutida antes mesmo do advento do Ethereum, com a criação do padrão ERC-721, foi com o aplicativo baseado em NFTs que, pela primeira vez, um jogo tokenizado conseguiu ampla adoção, ocupando mais de 70% da capacidade de transação da rede Ethereum segundo Regner et al (2019).

Regner, Urbach e Schweizer (2019) propuseram um estudo de viabilidade de uso do NFT como componente central para domínio de sistema de ingressos para eventos. Esta é apenas uma das muitas possibilidades de aplicação dos NFTs. Os ingressos vem de diferentes formas, desde papel físico a códigos legíveis eletronicamente em papel ou chips embutidos em cartões inteligentes ou pulseiras, segundo Waterson (2016). Existe um mercado primário e secundário de ingressos, mas o organizador do evento e o consumidor nem sempre ficam satisfeitos, havendo muitos problemas de fraudes. Assim, já existem propostas em andamento que estão envolvendo o uso de blockchain para dar mais segurança às compras de ingressos, eliminando riscos de fraudes com empresas tais como Aventus, Get Foundation e IBM. Para o estudo foi desenvolvido um protótipo de sistema de tíquetes de eventos blockchain. Segundo o estudo, o protótipo é viável, mas ganhar escala pela complexidade sistêmica não é algo rápido. Para os NFTs não é possível criar muitos tokens imediatamente. Uma solução encontrada foi criar os tokens apenas quando exigidos e pagos pelos compradores, ou seja, cunhados pelos usuários. O desafio também reside na aprovação de transações. A pesquisa demonstrou a utilidade de NFTs para o caso de uso de ingressos de eventos, abrindo caminho para novas aplicações. Como foi possível observar, há um crescimento acelerado não só do mercado de criptomoedas em si como também dos NFTs e das possíveis aplicações do Blockchain. Nesse contexto, a próxima seção apresentará a metodologia da pesquisa, dividida em dados e modelo econométrico utilizado.

3. Metodologia

3.1 Dados

Para o alcance dos objetivos da pesquisa, serão utilizados dados mensais de duas criptomoedas (Bitcoin e Ether), além dos dados de um dos principais mercados de NFTs, que é o Decentraland, por meio do Mana, além da taxa de juros dos títulos de 10 anos dos EUA. As variáveis possuem periodicidade mensal, com período compreendido entre janeiro de 2018 e julho de 2023.

As variáveis utilizadas, com a respectiva descrição e fonte dos dados, serão apresentadas a seguir.

i) Preço do Bitcoin: a série, representada por *BTC* e expressa em dólares com cotação de fechamento do último dia do mês, obtida no Yahoo Finance.

ii) Preço do Ether: a série, representada por *Ether* e expressa em dólares com cotação de fechamento do último dia do mês, foi obtida no Yahoo Finance.

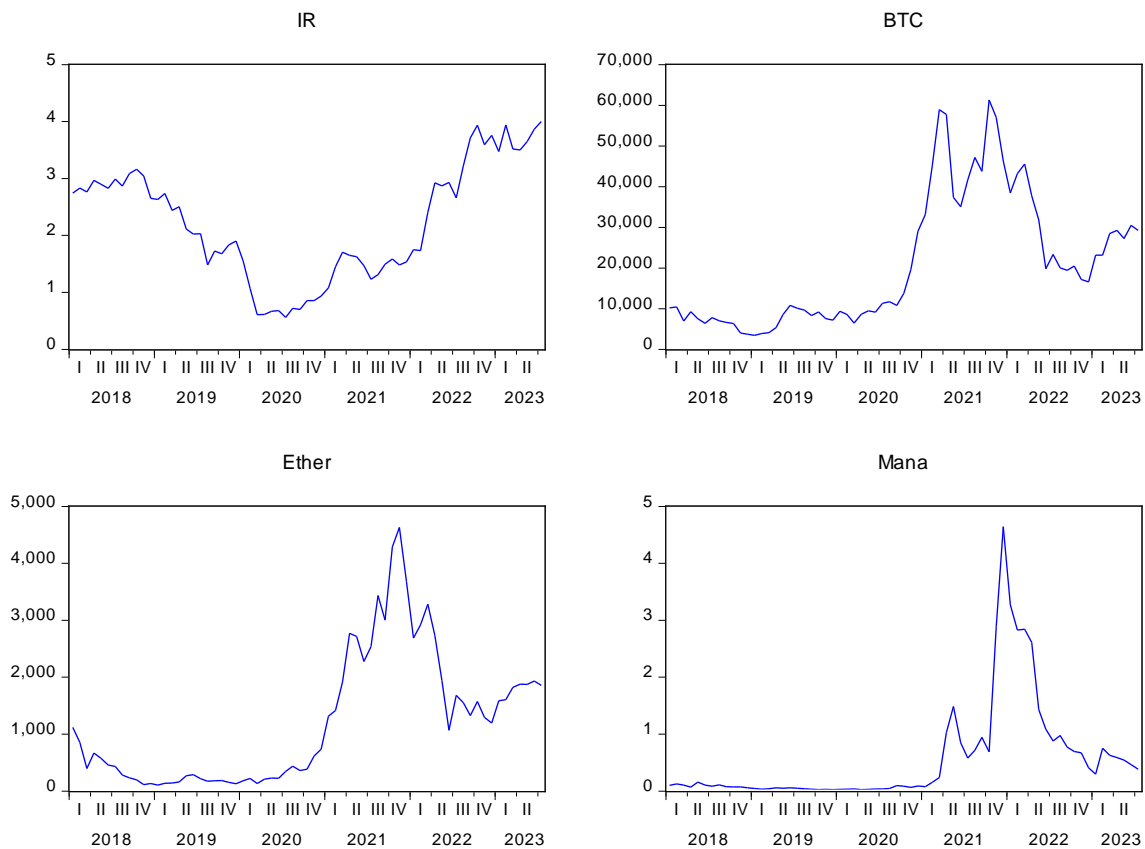
iii) Mana: Mana é a moeda do Metaverso Decentraland, que nada mais é do que um jogo virtual baseado na tecnologia blockchain que permite a compra e venda de terrenos virtuais baseados em NFTs. Os dados obtidos referem-se à cotação do Mana como uma espécie de variável proxy de cotações de NFTs, é representada por *Mana* e também tem como fonte o Yahoo Finance.

vii) Taxa de juros: a taxa de juros representa o custo do capital e uma das referências para a taxa de juros internacional é a taxa dos títulos de 10 anos do governo estadunidense, representada por *IR*. A série da taxa de juros foi obtida no site do Banco Central dos EUA, o *Federal Reserve*.

A Figura 1 apresenta a evolução das variáveis no período da pesquisa. As criptomoedas Bitcoin e Ether apresentam trajetória crescente a partir do quarto trimestre de 2020, alcançando o pico no fim de 2021, quando há uma inflexão e começa a queda nos preços. Já a criptomoeda Mana, que representa aqui o NFT Decentraland, como mencionado

anteriormente, tem um forte crescimento na cotação a partir do primeiro trimestre de 2021, alcançando o pico no início de 2022 e uma forte queda no decorrer do ano todo.

Figura 1. Gráfico das variáveis (jan. 2018 – jul. 2023)



Fonte: Yahoo Finance e Fed.

Com relação à taxa de juros dos Treasuries de 10 anos, nota-se que, após uma tendência de queda até 2020, tem início uma trajetória altista que se estabiliza, em patamar elevado, em 2023. As características das séries sugerem a presença de não estacionariedade, motivo pelo qual terão que ser aplicados testes de raiz unitária e cointegração para avaliar se o modelo VAR ou VEC deve ser aplicado.

3.2 Modelo Econométrico

Tendo em vista a presença de raiz unitária nas séries utilizadas com a identificação de vetores de cointegração, deve ser aplicado um modelo VAR com restrição, isto é, incluindo o termo de correção de erros, no que se convencionou chamar de modelo VEC. Com o termo de correção de erros, o comportamento de curto prazo de cada variável do modelo estimado é ajustado de acordo com o comportamento de longo prazo, o que permite executar estimativas mais consistentes, evitando regressões espúrias com estimadores viesados.

O modelo VEC é semelhante ao modelo VAR de ordem p , ou seja:

$$\mathbf{y}_t = \mathbf{A}_1 \mathbf{y}_{t-1} + \dots + \mathbf{A}_N \mathbf{y}_{t-N} + \mathbf{B} \mathbf{x}_t + \boldsymbol{\varepsilon}_t \quad (1)$$

Nesse caso, contudo, y_t é um vetor de variável endógena não-estacionária, integrada de ordem 1, I(1). Assim, pode-se rescrever o modelo da seguinte forma:

$$\Delta y_t = \Pi y_{t-1} + \sum_{i=1} \Gamma_i \Delta y_{t-i} + Bx_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

Onde:

$$\Pi = \sum_{i=1} A_i - I \quad \text{e} \quad \Gamma_i = - \sum_{j=i+1}^N A_j$$

No modelo VEC, se o coeficiente da matriz Π apresenta rank reduzido ($r < k$), então existem $k \times r$ matrizes α e β cada qual com rank r , tais que $\Pi = \alpha\beta'$ e $\beta'y_t$ são estacionários. O número de relações de cointegração é r (rank de cointegração) e cada coluna da matriz β é um vetor de cointegração. Os elementos da matriz α são conhecidos como parâmetros de ajustamento. A metodologia do teste de Johansen, cujos resultados foram apresentados na Tabela 2, estima a matriz Π na forma irrestrita, e testa se é possível rejeitar as restrições decorrentes da redução do rank de Π . Como o teste acusou uma equação de cointegração, então foi acrescida na estimativa uma equação com uma combinação linear das séries endógenas, sob o formato $\beta'y_{t-1}$. O termo resultante, $\alpha\beta'y_{t-1}$, é o conhecido termo de correção de erro.

4. Resultados e Discussão

Inicialmente são apresentadas as estatísticas descritivas de cada uma das séries utilizadas. Com um total de 67 observações, é possível identificar, conforme a Tabela 1, que a taxa de juros dos EUA oscilou entre 0,55% e 4% ao ano com uma média de 2,22% no período. As criptomoedas Bitcoin e Ether mostraram-se bastante voláteis no período. O Bitcoin oscilou entre pouco mais de US\$ 3.500 e US\$ 61.318, enquanto o Ether teve valor mínimo de US\$ 107 até o máximo de US\$ 4.631. O Mana, criptomoeda ligada aos NFTs de Decentraland, também mostrou-se bastante volátil, com valor mínimo de US\$ 0,02 e valor máximo de US\$ 4,64.

Tabela 1. Estatística descritiva das variáveis.

	IR	BTC	ETHER	MANA
Média	2.22	21063.24	1216.21	0.57
Mediana	2.11	13781.00	737.80	0.10
Máximo	4.00	61318.96	4631.47	4.64
Mínimo	0.55	3457.79	107.06	0.02
Desvio Padrão	1.01	16200.61	1161.10	0.92
Assimetria	0.03	0.89	1.01	2.46
Curtose	1.84	2.66	3.21	9.03

Fonte: Yahoo Finance e Fed.

A Tabela 2 apresenta os resultados dos testes de raiz unitária de Dickey Fuller aumentado (ADF). Conforme é possível observar, foi identificada a presença de não estacionariedade em todas as séries utilizadas na pesquisa ao nível de 5% de significância, ou seja, não foi possível rejeitar a hipótese nula de estacionariedade com p-valor de 5%.

Tabela 2 - Teste de Raiz Unitária ADF

Variáveis	IR	BTC	ETHER	MANA
Número de defasagens	0	0	0	3
Constante	sim	não	não	não
Tendência	sim	não	não	não
Teste ADF	-0,683	-0.513	-0,704	-1,834
Valor crítico - 1% *	-4,103	-2.600	-2,600	-2,602
Valor crítico - 5% *	-3,479	-1.945	-1,945	-1,946

Fonte: Elaboração própria.

* Valores críticos conforme descrito em Mackinnon (1996)

Diante da possibilidade de cointegração entre variáveis não-estacionárias estimadas em sistemas semelhantes ao adotado, foi proposto o modelo Vetorial com Correção de Erro (VEC), conforme Engle e Granger (1987), complementado com outro estudo em Engle e Granger (1991), que é uma forma restrita do modelo Vetorial Autorregressivo. Neste sentido, tendo em vista a determinação de adequação do modelo às variáveis estimadas, recorreu-se ao teste de cointegração. A execução do teste, conforme proposto por Johansen (1991), testa a hipótese nula de não cointegração *versus* a hipótese alternativa, indicando a quantidade de vetores de cointegração existentes no sistema, cujos resultados são avaliados pela estatística traço, Q_{μ} . Os resultados obtidos pelo teste permitem identificar se o modelo VAR sem restrições pode ser utilizado ou, alternativamente, o modelo VEC. A Tabela 3 apresenta os resultados obtidos de acordo com os critérios de Informação de Akaike (1974) e Schwarz (1978) para a seleção do modelo mais adequado. Para a seleção foram realizados testes de cointegração considerando-se de uma a três defasagens. A seguir foram estimados modelos VEC para comparação das estatísticas de Akaike e Schwarz, apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Critérios de Informação de Akaike (1974) e Schwarz (1978) para os modelos

	Critério de Akaike	Critério de Schwarz
1 defasagem e 1 equações de cointegração	34.47	35.41
2 defasagens e 1 equação de cointegração	34.53	36.01
3 defasagens e 1 equação de cointegração	34.58	36.62

Fonte: Elaboração própria.

Conforme pode ser observado os dois critérios apontaram o modelo VEC (1) com uma equação de cointegração como o mais adequado. Nos casos em que ocorre cointegração com variáveis não-estacionárias, o modelo VEC deve ser adotado, ou seja, um modelo VAR com restrições. A restrição exige o termo de correção de erros, conforme apresentado anteriormente.

Os resultados do teste de cointegração do modelo podem ser observados na Tabela 4. Na aplicação do teste de Johansen considerando-se uma defasagem, observou-se que, segundo a estatística do traço, rejeita-se a hipótese de até uma equação de cointegração, o que sugere a presença de duas equações. Já a estatística do máximo autovalor indicou a presença de apenas uma equação de cointegração. Desse modo, de acordo com o princípio da parcimônia, foi considerada a presença de uma equação de cointegração para a estimativa do modelo VEC.

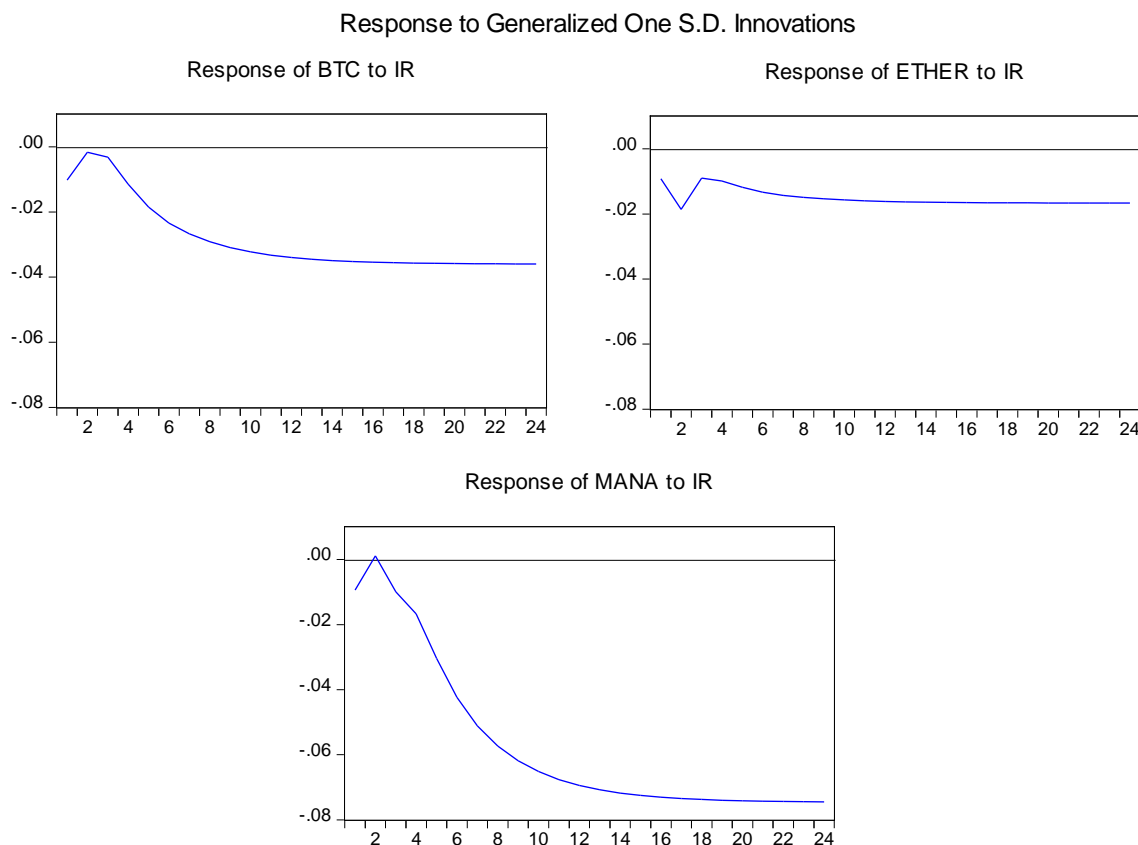
Tabela 4 - Teste de Cointegração de Johansen

Número de equações de cointegração	Autovalor	Estatística do traço	Valor Crítico 5%	Estatística de Máximo Autovalor	Valor Crítico 5%
Nenhum	0.348616	58.33980	47.85	27.86267*	27.58
até 1	0.258084	30.47713*	29.79	19.40378	21.13
até 2	0.133837	11.07334	15.49	9.339335	14.26
até 3	0.026324	1.734005	3.84	1.734005	3.84

Fonte: Elaboração Própria. * Rejeição da hipótese de não cointegração em nível de significância de 5,0%.
¹ Valores Críticos conforme apresentado em MacKinnon, Haug e Michelis (1999).

A Figura 2 apresenta as funções de impulso resposta estimadas segundo o modelo VEC. Assim, considerando-se um choque hipotético na taxa de juros, as funções apresentam a resposta das criptomoedas (Bitcoin e Ether) e do Mana, que representa aqui os NFTs de Decentraland. No eixo horizontal tem-se a representação dos meses após o choque. Conforme é possível observar, tanto as criptomoedas quanto os NFTs reagem negativamente a um choque na taxa de juros, ou seja, a política monetária contracionista provoca uma queda nas cotações das criptomoedas e dos NFTs. Percebe-se, portanto, que as criptomoedas e NFTs apresentam comportamento semelhante ao de outros ativos de risco, como ações, por exemplo. Com o aumento da rentabilidade de ativos “seguros”, como os títulos do governo estadunidense, os investidores optam por direcionar seus recursos para a renda fixa ao invés da renda variável.

Figura 2. Funções de resposta do Bitcoin, Ether e Mana a um choque na taxa de juros.



Fonte: Elaboração própria.

Os resultados encontrados convergem com a análise de Aharon, Umar e Vo (2021) que, em análise exclusiva da criptomoeda Bitcoin, identificaram que o Bitcoin não é um ativo seguro, especialmente em períodos de turbulência financeira. Aboura (2022) também demonstrou que a política monetária do FED tem efeitos sobre a cotação do Bitcoin. Em um dos poucos estudos que analisou concomitantemente o Bitcoin e o Ether, Kyriazis et al. (2023) demonstraram que há impactos da política monetária sobre as duas principais criptomoedas.

Com relação aos NFTs, Schaar e Kampakis (2022) encontraram evidências de que, com baixos níveis de taxas de juros, os preços dos NFTs apresentam elevação, ou seja, uma relação inversa entre taxas de juros e os preços dos NFTs. Nesse sentido, os resultados encontrados com a estimativa do modelo VEC para a presente pesquisa corroboram a hipótese inicialmente formulada de que a política monetária contracionista afeta negativamente os preços dos NFTs e das criptomoedas, o que também foi corroborado por outros autores a partir de distintas perspectivas.

5. Considerações Finais

A análise dos impactos da política monetária dos EUA sobre os preços das criptomoedas Bitcoin e Ether, além de Mana, que representa os preços dos NFTs de Decentraland, constituiu o principal objetivo da presente pesquisa. A partir de uma revisão da literatura e do uso de um modelo econométrico VEC, foi possível estimar os impactos de choques (aumentos na taxa de juros) sobre os preços das criptomoedas e do Mana.

A hipótese inicialmente formulada de que há uma relação inversa entre a taxa de juros e as cotações das criptomoedas e NFTs foi corroborada, já que os resultados do modelo VEC mostraram, por meio das funções de impulso-resposta, que aumentos nas taxas de juros impactam negativamente as cotações das criptomoedas e dos NFTs.

Os resultados contribuem com o mercado de investimentos e com as decisões de investidores. No período analisado, a presente pesquisa mostrou que tanto as criptomoedas quanto os NFTs apresentam queda nos preços nos períodos de elevação da taxa de juros. Isso significa que tais mercados não são muito distintos dos mercados acionários, por exemplo, que também têm comportamento inversamente relacionado com a taxa de juros.

A pesquisa também apresenta algumas limitações que merecem destaque. Embora se esteja utilizando o termo NFTs como uma generalização, foi incluída na estimativa uma pequena parcela do mercado, representado por uma criptomoeda específica de um mercado de NFTs, que foi a Mana. O mercado de NFTs é muito mais extenso do que Decentraland e Mana. NFTs como Cryptopunks e Axie Infinity são dois exemplos cujas cotações não foram exploradas pela ausência de dados de tais mercados no período de análise.

Complementarmente, parte do período de análise foi coincidente com a pandemia da Covid19. A pandemia provocou isolamento social que estimulou o desenvolvimento de vários mercados “digitais” e/ou de “tecnologia”, como o varejo eletrônico, as transações financeiras instantâneas e, obviamente, o próprio mercado de criptomoedas e de NFTs. Concomitantemente, o período foi, em parte, caracterizado por políticas monetárias expansionistas prolongadas iniciadas desde a crise do subprime, o que também levou investidores a buscarem novos mercados como forma de diversificação e de tentativa de aumento de rentabilidade.

6. Referências Bibliográficas

- ABOURA, Sofiane. A note on the Bitcoin and Fed Funds rate. **Empirical Economics**, v. 63, n. 5, p. 2577-2603, 2022.
- AHARON, David Y.; UMAR, Zaghum; VO, Xuan Vinh. Dynamic spillovers between the term structure of interest rates, bitcoin, and safe-haven currencies. **Financial Innovation**, v. 7, n. 1, p. 1-25, 2021.
- AKAIKE, H., 1974. A new look at the statistical model identification. **IEEE transactions on automatic control**, 19(6), pp.716-723.
- CHUEN, D.. **Handbook of digital currency**. Elsevier. 2015.
- DOWLING, Michael. Fertile Land Pricing non-fungible tokens. **Finance Research Letters**, 2021.
- DOWLING, Michael. Is non-fungible token pricing driven by cryptocurrencies? **Finance Research Letters**, p. 102097, 2021.
- ENGLE, R.; GRANGER, C., 1991. **Long-run economic relationships: Readings in cointegration**. Oxford University Press.
- ENGLE, ROBERT F.; CLIVE WJ GRANGER. Co-integration and error correction: representation, estimation, and testing. **Econometrica: journal of the Econometric Society** (1987): 251-276.
- FEDERAL RESERVE ECONOMIC DATA. Disponível em: <<https://fred.stlouisfed.org>>. Acesso em 25.07.23
- JOHANSEN, S., 1991. Estimation and hypothesis testing of cointegration vectors in Gaussian vector autoregressive models. **Econometrica: journal of the Econometric Society**, pp.1551-1580.
- KYRIAZIS, Antzelos et al. Monetary Policy, Digital Assets, and DeFi Activity. **arXiv preprint arXiv:2302.10252**, 2023.
- LUTHER, William J. Bitcoin and the future of digital payments. **The Independent Review**, v. 20, n. 3, p. 397-404, 2016.
- MACKINNON, J.G., HAUG, A.A. AND MICHELIS, L., 1999. Numerical distribution functions of likelihood ratio tests for cointegration. **Journal of applied Econometrics**, 14(5), pp.563-577.
- MACKINNON, JAMES G. Numerical distribution functions for unit root and cointegration tests. **Journal of applied econometrics**, 11, no. 6 (1996): 601-618.
- MATTOS, João. MACEDO, Raphael; ANDRADE, Victor Cesar. **Simulador de interação em sistemas de blockchain**. 2019.

MERRIAM-WEBSTER, Dictionary. America's Most-Trusted Online Dictionary; 2019. Available at: www.merriam-webster.com/. Accessed October, v. 15, 2018.

NAKAMOTO, Satoshi. Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. **Decentralized business review**, 2008.

REGNER, Ferdinand; URBACH, Nils; SCHWEIZER, André. NFTs in practice—non-fungible tokens as core component of a blockchain-based event ticketing application. **Fortieth International Conference on Information Systems**, Munich 2019.

SCHAAR, Luisa; KAMPAKIS, Stylianos. Non-fungible tokens as an alternative investment: Evidence from cryptopunks. **The Journal of The British Blockchain Association**, 2022.

SCHWARZ, G., 1978. Estimating the dimension of a model. **The annals of statistics**, pp.461-464.

SHAHZAD, Basit; CROWCROFT, Jon. Trustworthy electronic voting using adjusted blockchain technology. **IEEE Access**, v. 7, p. 24477-24488, 2019.

VARTANIAN, Pedro Raffy et al. Non-Fungible Token (NFT) Prices, Cryptocurrencies, Interest Rate and Gold: An Econometric Analysis (Jan. 2019-Aug. 2022). **International Journal of Economics and Finance**, v. 15, n. 1, p. 1-1, 2023.

VOSHMIGIR, S. Fungible tokens vs. non-fungible tokens. 2018.

WATERSON, MICHAEL. **Independent review of consumer protection measures concerning online secondary ticketing facilities**. (2016).

WOOD, Gavin et al. Ethereum: A secure decentralised generalised transaction ledger. **Ethereum project yellow paper**, v. 151, n. 2014, p. 1-32, 2014.

YAHOO FINANCE. Disponível em: < <https://finance.yahoo.com/>>. Acesso em 25.07.23