

Um estudo de quebra estrutural na cotação das principais criptomoedas: Bitcoin e Ethereum

A study of the structural break in the price of the leading cryptocurrencies: Bitcoin and Ethereum

DOI: 10.55905/ijsmvtv9n3-010

Recebimento dos originais: 02/06/2023

Aceitação para publicação: 03/07/2023

Willian Fuentes Ribeiro

Mestrando em Economia e Gestão Empresarial

Instituição: Universidade Candido Mendes

Endereço: R. da Assembleia, 10, Centro, Rio de Janeiro - RJ, CEP: 20011-901

E-mail: willianfuentesr@gmail.com

Daiane dos Santos

Doutora em Engenharia Elétrica pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC - RIO)

Instituição: Universidade Candido Mendes

Endereço: R. da Assembleia, 10, Centro, Rio de Janeiro - RJ, CEP: 20011-901

E-mail: Daiane.santos@uerj.br

Alberto Besser

Pós-Doutor pelo Programa de Engenharia de Produção e Sistemas do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET - RJ)

Instituição: Universidade Candido Mendes

Endereço: R. da Assembleia, 10, Centro, Rio de Janeiro - RJ, CEP: 20011-901

E-mail: alberto.besser@professor.ucam.edu.br

RESUMO

No decorrer dos últimos anos os criptoativos se tornaram uma nova tendência, ganhando importância no mercado financeiro global, devido, tanto à queda das taxas de juros internacionais, quanto à crescente procura pelos investidores que optam por investimento de maior risco. Dado o maior interesse nessa classe de ativos, ferramentas de apoio à decisão que auxiliem o investidor e os potenciais investidores são de extrema valia. Um dos objetivos do presente artigo é apresentar uma métrica para analisar a existência de quebras estruturais nas séries temporais de duas criptomoedas que atualmente apresentam grandes volumes de negociações (Bitcoin e Ethereum). Utilizou-se o teste de Chow para comprovar as “quebras” numa tendência estável da série histórica das duas criptomoedas. As séries temporais analisadas contemplaram o período de um ano a partir de janeiro de 2022 e suas negociações respectivamente até o mês de dezembro de 2022. Foram encontrados 7 choques em ambas as moedas, estes em períodos correlacionados, associados a fatores exógenos, principalmente fatores sanitários e econômicos como

Covid-19 e guerra da Ucrânia, além de fatos impactantes no mercado cripto, como a falência da empresa *FTX Trading Ltd* e a instabilidades na inflação nos EUA.

Palavras-chave: criptomoeda, quebra estrutural, série temporal.

ABSTRACT

Over the past few years, Cryptocurrency have become a new trend, gaining importance in the global financial market, due to both the drop-in international interest rates and the growing demand for investors who opt for higher-risk investments. Given the increased interest in this asset class, decision-support tools that help investors and potential investors are extremely valuable. One of the purposes of this article is to analyze the existence of structural breaks in the time series of the two main cryptocurrencies currently traded (Bitcoin and Ethereum), considering their trading volume, using the Chow test to prove the "breaks" in a stable trend of the historical series. The time series to be analyzed will consider the period of its negotiations from January to December 2022. The analysis shows 7 shocks that were found in both currencies in correlated periods, associated with exogenous factors, mainly macro factors such as Covid - 19 and war in Ukraine, in addition to impacting facts in the crypto market, such as the bankruptcy of FTX and instabilities in the USA inflation.

Keywords: cryptocurrency, structural break, time series.

1 INTRODUÇÃO

No cenário econômico, tal como em outras áreas de interação humana, “todo processo de mudança promove novos desafios à sociedade” (COFECON, 2020). Tal verdade se torna presente com a influência das novas tecnologias na economia que, apesar de recentes, se iniciaram há várias décadas com a inserção de modernidades já conhecidas por todos no dia a dia, como cartões, ATMs e até mesmo sistemas digitalizados em instituições financeiras, como bancos e bolsas de valores.

Entretanto, a velocidade da evolução tecnológica na área das finanças caracteriza a Revolução Fintech (GOLDSTEIN *et al.*, 2019), na qual se destaca o “nascimento” das moedas digitais baseadas no sistema de *blockchain*, as criptomoedas, que se tornaram uma nova forma de intercâmbio de valores e riquezas.

Inauguradas através da implantação do Bitcoin em 2008 por Satoshi Nakamoto, atualmente as criptomoedas variam entre mais de 21 mil tipos (CoinMarketCap, 2022), com maior volume de negociação para duas delas, as quais o presente estudo se dedica a analisar (Bitcoin e Ethereum) no período de um ano (janeiro a dezembro de 2022).

Da mesma forma, no ramo acadêmico, são recentes os documentos sobre a criptoeconomia e, para isso, o artigo dedica-se a realizar uma análise bibliométrica, utilizando a metodologia da Lei de Zipf, baseada na busca por palavras-chaves “*cryptocurrency*” e “*price*” na plataforma Scopus, com o objetivo de obter as publicações e autores mais citados e a presença dos temas nos países e períodos entre 2014 e 2022.

No mercado cripto, por sua vez, o estudo se propõe a analisar os choques nas cotações das duas principais moedas cripto, Bitcoin (BTC) e Ethereum (ETH) no período de janeiro a dezembro de 2022, correlacionando as quebras estruturais com fatores exógenos decorrentes de impactos no cenário econômico mundial. Para tal, utilizou-se como metodologia o teste de Chow e análises econométricas.

Na era digital conhecida como mundo 4.0 (COFECON, 2020), onde novas vertentes de conhecimento surgem baseadas em Inteligência Artificial, *IoT* (Internet das coisas), *Big Data*, bancos digitais, metaverso, *smart factory*, entre outros, novas mudanças surgem na sociedade e na forma de integração entre o mundo físico e virtual, transformando a cultura, a forma de comunicação e, conseqüentemente, as riquezas. Tal evolução tecnológica no campo da economia já era prevista por especialistas, que afirmavam que a Internet traria com seus dados novas formas eletrônicas de moeda: “Os participantes desta nova economia compartilham uma convicção firme de que o comércio eletrônico acontecerá, que haverá formas eletrônicas de moeda, que as questões de segurança serão resolvidas e os consumidores aprenderão a se adaptar a transações online” (MARTIN, 1998, p. 54).

Uma das realidades do mercado tecnológico que tem impulsionado novos modelos de negócios é a criptoeconomia, com base em ativos digitais, incluindo as criptomoedas, termo publicado por Satoshi Nakamoto, em 2008, em seu paper-manifesto intitulado “Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System”. De acordo com Nakamoto, as moedas digitais fazem parte de um sistema de transações eletrônicas sem depender de confiança, através de uma rede de nós robusta em sua “simplicidade não estruturada” (NAKAMOTO, 2008, p. 08).

O termo criptomoeda ou moeda criptografada (sinônimos) é “utilizado para se referir às moedas digitais emitidas de forma descentralizada e denominadas em unidade de conta própria, e que têm a liquidação de suas transações efetivada em livro razão

distribuído, sem a atuação necessária de contrapartes centrais” (STELLA, 2017). Elas são criadas dentro de uma rede *blockchain*, que funciona como uma espécie de banco de dados, também conhecido como o “protocolo da confiança”.

Devido à evolução do mercado de criptoativos no Brasil, em 2017, foi criada a Associação Brasileira de Criptoeconomia, ABCRIPTO, que oficializou em 2018 o código de ética e conduta com o objetivo de promover a autorregulação do sistema por meio de normas e procedimentos a serem compulsoriamente observados. No mesmo ano, a Comissão de Valores Mobiliários (CVM) emitiu o Ofício Circular nº11/2018, que autoriza o investimento de fundos brasileiros em Bitcoin e outros criptoativos. Tal movimento corrobora com a crescente procura dos brasileiros pelo novo mercado da criptoeconomia, assim como no cenário internacional. Prova disso é o crescimento das publicações acadêmicas sobre o tema, fato que será analisado através do estudo bibliométrico presente neste artigo.

Mediante o crescimento também das diferentes criptomoedas, posteriores ao Bitcoin, iremos analisar o comportamento de duas das principais criptomoedas disponíveis no mercado digital, através do estudo da quebra estrutural econométrica no período de um ano (janeiro a dezembro de 2022).

No decorrer dos últimos anos, as criptomoedas se tornaram uma nova categoria de ativos, ganhando importância no mercado financeiro, devido tanto à queda das taxas de juros internacionais quanto à crescente procura pelos investidores que apostam no maior risco.

As criptomoedas tornaram-se uma nova opção de estratégia de diversificação para o portfólio dos investidores aos ativos tradicionais, como ações, renda fixa, commodities, investimentos imobiliários e *private equity*.

De acordo com o site de análise e rastreamento do mercado de criptomoedas CoinMarketCap, há atualmente mais de 21 mil moedas digitais sendo transacionadas no mundo, com um valor total de mercado de aproximadamente USD 36.07 bilhões (CoinMarketCap, 2022).

Das maiores criptomoedas com capitalização de mercado, o Bitcoin (BTC) exerce dominância de 37,74%, seguido de Ethereum (ETH), da *stablecoin* Tether (USDT) e a Binance (BNB), em segundo, terceiro e quarto lugar no ranking respectivamente,

seguindo período de noventa dias, de setembro a novembro de 2022 (CoinMarketCap, 2022).

A fusão entre tecnologia e finanças tem um termo que a descreve, conhecido como *Fintech* (GOLDSTEIN *et al.*, 2019). Embora a chamada “tecnologia financeira” seja atualmente associada às *Fintechs*, na realidade ela existe desde a década de 1950, com a chegada dos cartões de crédito e, posteriormente, dos caixas eletrônicos (DESAI, 2015). Ao longo das décadas, a indústria experimentou um salto astronômico em valor e relevância, intensificado pela repentina popularidade do Bitcoin e pelas posteriores criptomoedas e criptoativos disponíveis. Devido a esse ritmo em que a nova tecnologia tem sido testada e introduzida nas finanças, o momento tem sido descrito como a Revolução *FinTech*.

Mas, ainda mais importante, o aspecto único dessa revolução da *FinTech* é que grande parte da mudança está acontecendo fora do setor financeiro, como “startups” e grandes empresas. Um gatilho importante para o surgimento das novas tecnologias em finanças foi a perda de confiança nos bancos centrais e no sistema financeiro. Não é por acaso que a *FinTech* entrou em destaque após a crise financeira global de 2008. Bitcoin (e tecnologia *blockchain*) foram percebidas como uma forma de tirar o poder das mãos dos bancos centrais e poderosos intermediários a um sistema descentralizado de transações e pagamentos (GOLDSTEIN *et al.*, 2019).

Apesar do aumento da demanda por *fintech* e o seu amadurecimento, o potencial da tecnologia *blockchain* ainda não foi totalmente aproveitado. Isso significa que inevitavelmente haverá ainda mais soluções para vários setores da sociedade, economia e indústria.

Para além dos moldes de mercado, estima-se que as *Fintechs* possam auxiliar no equilíbrio financeiro e no bem-estar, pois se estima que cerca de 2 bilhões de pessoas em todo o mundo não são “bancarizadas” e podem ser incluídas e ver melhorias de bem-estar por meio da *FinTech* (GOLDSTEIN *et al.*, 2019).

Apesar da ascensão da inovação *fintech* em todo o mundo, é notável que poucas pesquisas tenham sido publicadas até o momento nas principais revistas financeiras. Para observar o quanto as publicações têm evoluído no decorrer dos anos, entre 2014 e 2022,

realizamos um estudo bibliométrico baseado nas buscas pelos termos “*cryptocurrency*” e “*price*” na plataforma Scopus.

2 ANÁLISE DA ATIVIDADE CIENTÍFICA SOBRE A PRECIFICAÇÃO DE CRIPTOATIVOS

A bibliometria é uma técnica quantitativa e estatística que é capaz de medir índices de produção e conhecimento científico “[...] tal como procede a demografia ao recensear a população” (FONSECA, 1986, p. 10 e Krakowiak, 2023).

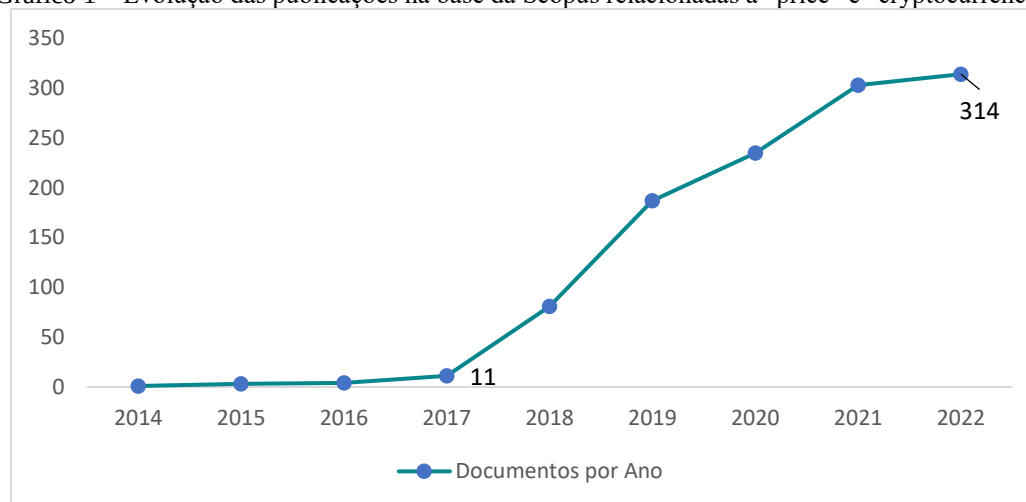
O uso da bibliometria, segundo Aria e Cuccurullo (2017), está gradativamente se estendendo a todas as disciplinas. É particularmente adequado para o mapeamento científico em um momento em que a ênfase nas contribuições empíricas está produzindo fluxos de pesquisa volumosos, fragmentados e controversos.

De modo geral, os *softwares* utilizados para performar estimações estatísticas e ferramentas de visualização são VOSviewer, CiteSpace, Histcity e Bibexcel (Hu *et al.*, 2022). Vamos seguir a abordagem realizada por Hu *et al.* (2022), utilizando VOSviewer. A partir de seus resultados, é possível traçar o desenvolvimento da literatura, bem como as tendências e fronteiras de pesquisa.

Para compreender a evolução do cenário do estudo em questão de acordo com as respostas obtidas na plataforma Scopus, no período de 2014 a 2022, utilizando a busca pelos termos “*price*” e “*cryptocurrency*”, foram analisadas diferentes resoluções bibliométricas, selecionando a mais adequada para o modelo proposto, a fim de construir uma análise ampla do conteúdo.

Das análises realizadas, inicia-se a listagem com o gráfico 1, que mostra o resultado quantitativo de documentos por ano, de 2014 a 2022, relatados na Scopus dentro da temática referenciada.

Gráfico 1 – Evolução das publicações na base da Scopus relacionadas a “price” e “cryptocurrency”.



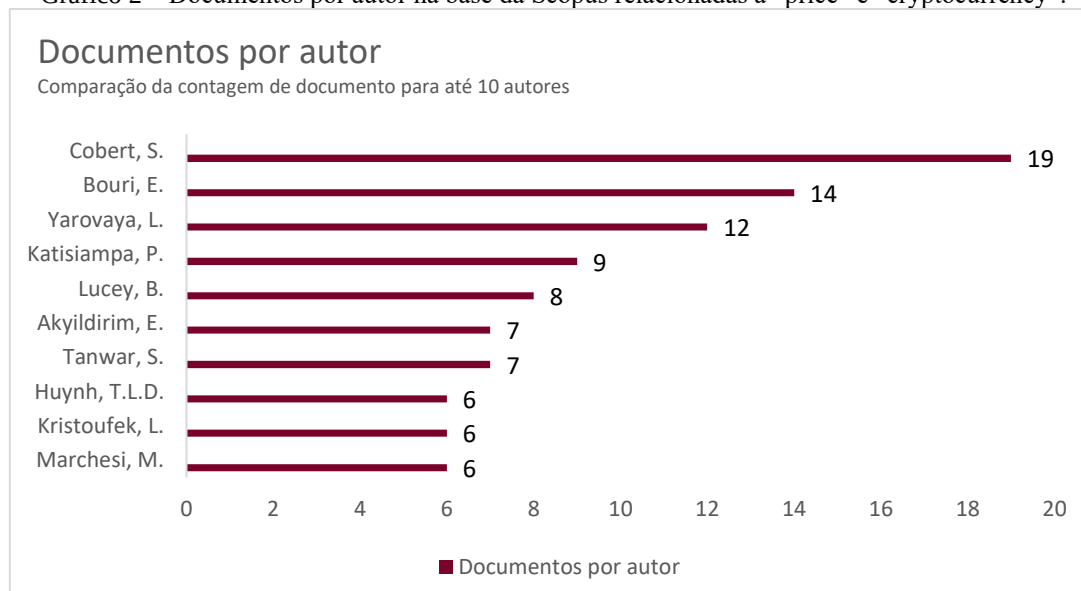
Fonte: Elaborado pelos autores, com base nos dados coletados da plataforma Scopus.

O gráfico 1 revela que a quantidade de documentos sobre criptomoedas e cotações cresceu a cada ano a partir de 2014, com grande ascensão de 2017 em diante, com apenas 1 documento registrado em 2014, 3 em 2015, 4 em 2016, 11 em 2017 e com grande aumento a partir deste ano, com 81 em 2018, 187 em 2019, 235 em 2020, 303 em 2021 e 314 até novembro de 2022.

Tal fato acompanha o crescimento do surgimento dos diferentes tipos de criptomoedas que precederam a Bitcoin, principalmente a partir de 2018, totalizando mais de 21 mil tipos de moedas cripto distintas em 2022 (CoinMarketCap, 2022).

Em abril de 2018, o número de criptomoedas excedeu 1.500, com mais de 500 tendo uma capitalização de mercado superior a 10 milhões de dólares. Assim, a pesquisa sobre criptomoedas além do Bitcoin recebeu um impulso considerável nas literaturas recentes (LIU, 2019).

Gráfico 2 – Documentos por autor na base da Scopus relacionadas a “price” e “cryptocurrency”.



Fonte: Elaborado pelos autores, com base nos dados coletados da plataforma Scopus.

Já no gráfico 2, também ilustrado em esquema de visualização VOSviewer analisa-se a quantidade de documentos por autor, os quais 10 deles possuem maior visibilidade, como mostra a tabela 1:

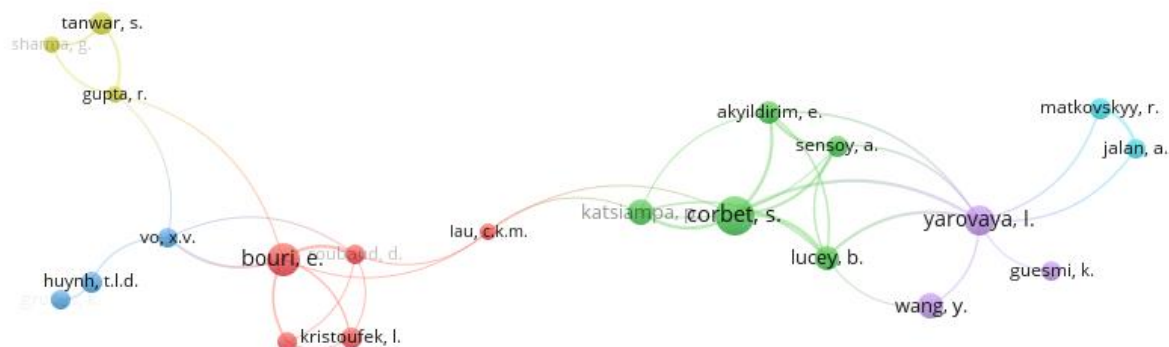
Tabela 1 – autores mais citados via Scopus. Fonte: elaboração pelos autores.

Shaen Cobert (DCU Business School, Dublin City University, Dublin 9, Ireland),	autor de 19 artigos sobre o tema
Elie Bouri (Adnan Kassar School of Business, Lebanese American University, Beirut, Lebanon),	autor de 14 artigos sobre o tema
Larisa Yarovaya (Southampton Business School, University of Southampton, SO17 1BJ, United Kingdom),	autor de 12 artigos sobre o tema
Paraskevi Katsiampa (Sheffield University Management School, The University of Sheffield, S10 2TN, UK)	autor de 9 artigos sobre o tema
Brian Lucey (Trinity College Dublin, Dublin, Ireland)	autor de 8 artigos sobre o tema
Erdinc Akyildirim (Universität Zürich, Zurich, Switzerland)	autor de 7 artigos sobre o tema
Sudeep Tanwar (Nirma University, Institute of Technology, Ahmedabad, India)	autor de 7 artigos sobre o tema
Toan Luu Duc Huynh (University of Economics Ho Chi Minh City, Ho Chi Minh City, Viet Nam)	autor de 6 artigos sobre o tema
Ladislav Kristoufek (Charles University, Prague, Czech Republic)	autor de 6 artigos sobre o tema
Michele Marchesi (Università degli Studi di Cagliari, Cagliari, Italy)	autor de 6 artigos sobre o tema.

Fonte: Elaborado pelos autores, com base nos dados coletados da plataforma Scopus.

A figura 1 apresenta os clusters contendo os autores mais citados e sua rede de colaboração gerados pelo VOSviewer, com base em resultados Scopus.

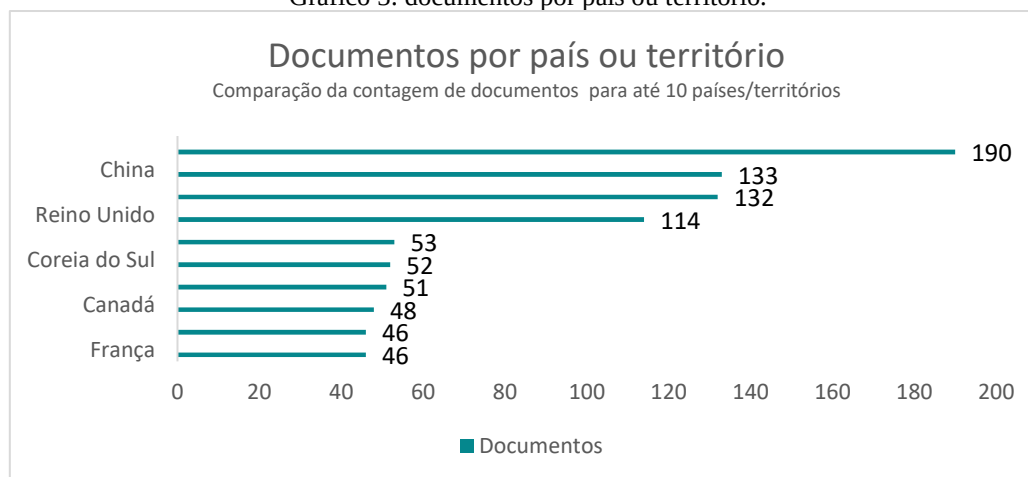
Figura 1: Visualização de cluster autores mais citados gerados pelo VOSviewer, com base em resultados Scopus.



Como pode ser visto na Figura 1, existem seis *clusters* distintos de pesquisa sobre “price” e “cryptocurrency”. Vo, X. V. (Xuan Vinh Vo) é o pesquisador “elo” que liga o grupo azul ao grupo de cor vermelha. Lau, C.K.M. (Marco Chi Keung Lau) liga o grupo vermelho ao de cor verde. E o Yarovaya, L. (Larisa Yarovaya) liga os grupos de cor verde, lilás e turquesa.

O gráfico 3 mostra a quantidade de documentos por países ou territórios, uma vez que as criptomoedas atuam no mercado de forma global, sendo o estudo sobre elas também mundialmente abrangente. Das 10 nações que se destacam quanto ao número de documentos publicados, os Estados Unidos lideram a listagem com 190, seguido de China com 133, Índia com 132, Reino Unido com 114 publicações, Peru com 53, Coréia do Sul com 52, Itália com 51, Canadá com 48 e, por fim, Austrália e França com 46 publicações cada.

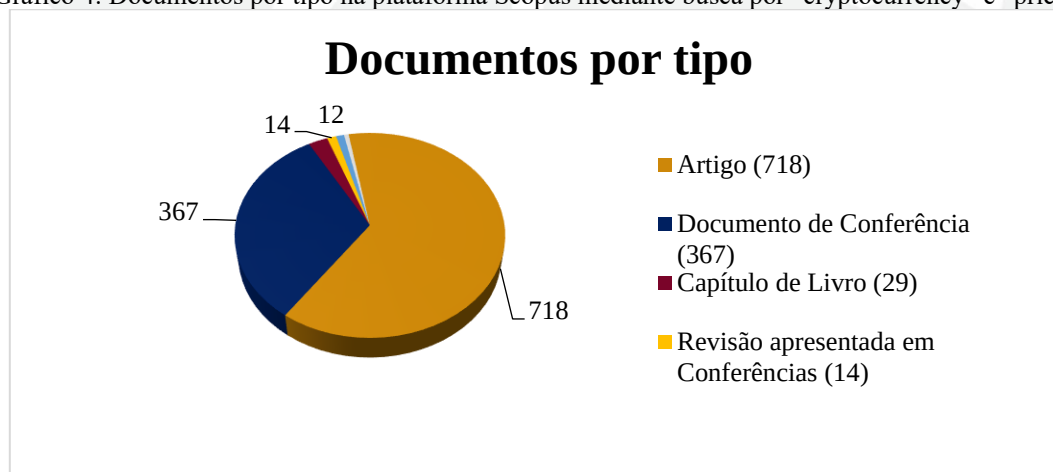
Gráfico 3: documentos por país ou território.



Fonte: Elaborado pelos autores, com base nos dados coletados da plataforma Scopus.

Em suma, as análises bibliométricas mostram os resultados das buscas por tipos de documentos (gráfico 4), onde foi possível encontrar 718 artigos, 367 documentos de conferência, 29 capítulos de livro, 14 revisões apresentadas em conferências, 12 análises e 7 outros documentos como breve pesquisa, editorial, errata, carta e observação, totalizando 1.147 documentos cadastrados na plataforma Scopus mediante busca pelos termos “cryptocurrency” e “price”.

Gráfico 4: Documentos por tipo na plataforma Scopus mediante busca por “cryptocurrency” e “price”.



Fonte: Elaborado pelos autores, com base nos dados coletados da plataforma Scopus.

De todos os artigos listados pela base de dados Scopus, foram encontrados 1.147 artigos ao todo do período de 2014 a 2022, organizados em planilha Excel. Do total, foram

selecionados 10 para listagem quantitativa como mostrado na planilha a seguir, dos quais os 2 principais servirão como referencial teórico de leitura.

Tabela 2 – Seleção dos 10 principais artigo via Scopus (Maior número de citações).

Ordem	Autores	Título	Ano	Revista	Qnt. Citação
1	Katsiampa P.	Volatility estimation for Bitcoin: A comparison of GARCH models	2017	Economics Letters	456
2	Gandal N., Hamrick J.T., Moore T., Oberman T.	Price manipulation in the Bitcoin ecosystem	2018	Journal of Monetary Economics	276
3	Li X., Wang C.A.	The technology and economic determinants of cryptocurrency exchange rates: The case of Bitcoin	2017	Decision Support Systems	236
4	Garcia D., Tessone C.J., Mavrodiev P., Perony N.	The digital traces of bubbles: Feedback cycles between socio-economic signals in the Bitcoin economy	2014	Journal of the Royal Society Interface	228
5	Ji Q., Bouri E., Lau C.K.M., Roubaud D.	Dynamic connectedness and integration in cryptocurrency markets	2019	International Review of Financial Analysis	220
6	Altan A., Karasu S., Bekiros S.	Digital currency forecasting with chaotic meta-heuristic bio-inspired signal processing techniques	2019	Chaos, Solitons and Fractals	207
7	Urquhart A.	Price clustering in Bitcoin	2017	Economics Letters	197
8	Polasik M., Piotrowska A.I., Wisniewski T.P., Kotkowski R., Lightfoot G.	Price fluctuations and the use of bitcoin: An empirical inquiry	2015	International Journal of Electronic Commerce	180
9	Bouri E., Jalkh N., Molnár P., Roubaud D.	Bitcoin for energy commodities before and after the December 2013 crash: diversifier, hedge or safe haven?	2017	Applied Economics	174

10	Kim Y.B., Kim J.G., Kim W., Im J.H., Kim T.H., Kang S.J., Kim C.H.	Predicting fluctuations in cryptocurrency transactions based on user comments and replies	2016	PLoS ONE	140
----	---	--	------	----------	-----

Fonte: Elaborado pelos autores, com base nos dados coletados da plataforma Scopus.

Para mensurar, interpretar e avaliar os resultados obtidos das buscas, pesquisadores recorrem a técnicas bibliométricas, que são análises quantitativas com fins de mensurar a produção e disseminação científica (ARAÚJO, 2006). As principais leis bibliométricas são: Lei de Bradford, (produtividade de periódicos), Lei de Lotka (produtividade científica de autores) e Leis de Zipf (frequência de palavras). A fim de analisar de forma quantitativa a presença de estudos sobre o tema em questão, o método adotado na pesquisa foi a Lei de Zipf, que estuda a frequência de termos contidos nas *keywords* dos artigos enumerados pela plataforma Scopus.

A lei de Zipf faz referência à frequência do aparecimento de palavras num texto extenso. Essa lei foi extraída de um princípio geral do “esforço mínimo”. Num texto longo, palavras em que sua transmissão exija esforço mínimo ou que têm um custo de utilização pequeno, são usadas com mais frequência (SANTOS, FREITAG E DUTRA, 2022).

Dentre os artigos encontrados mediante busca por “Price” e “Cryptocurrency”, foram encontrados 1.147 artigos e 353 palavras-chave, as quais se organizam em 3 principais clusters, como mostra a Figura 2, obtida através do software VOSviewer, que contém 151, 109 e 93 palavras-chave, respectivamente.

Fonte: elaborado pelos autores.

3 TESTE DE QUEBRA ESTRUTURAL – TESTE DE ESTABILIDADE DOS COEFICIENTES BETAS

De acordo com LOPES (2021), caracteriza-se como “quebra” (*break*) quando a função de regressão muda no decorrer da amostra. A quebra pode ser nos coeficientes, na variância dos erros (heteroscedasticidade) ou em ambos. A principal motivação para a realização de testes de estabilidade ocorre, regra geral, quando se tem o conhecimento de que ocorreu “alguma grande alteração, por exemplo, de tipo político-institucional, e pretende-se investigar se as relações econômicas se alteraram de forma significativa, através de mudanças nos coeficientes da regressão” (LOPES, 2021).

Um importante teste para avaliar quebras estruturais em modelos de séries temporais é o teste de Chow (Chow, 1960). Este teste avalia as diferenças entre os somatórios dos quadrados dos resíduos dos períodos antes e pós a possível mudança estrutural, sob a hipótese nula de que há estabilidade nos parâmetros (ausência de quebra estrutural).

O teste de Chow utiliza a estatística F por conta de ser uma razão entre variáveis aleatórias. Se a estatística F calculada for maior que a tabela, rejeita-se a hipótese nula de estabilidade nos parâmetros. Para a condução do teste é necessário que a série seja estacionária, isto é, que tenha média e variância constantes ao longo do tempo. Considerando o teste de Chow como enquadramento necessário à exposição que se pretende efetuar, considere-se a existência de dois conjuntos independentes de observações de dimensão $1 \times n$ e $2 \times n$, respectivamente. Sejam (1) e (2) as equações de regressão correspondentes (PINTO *et al.*, 2002 e Halfeld *et al.* 2023).

Fórmula de detecção de quebra estrutural com duas séries:

$$y_{1i} = \beta_{01} + \beta_{11}X_{1i} + \beta_{12}X_{2i} + u_{1i}, i = 1, 2$$

$$y_{2i} = \beta_{02} + \beta_{21}X_{1i} + \beta_{22}X_{2i} + u_{2i}, i = 1, 2$$

Em que o índice 1 identifica as observações e parâmetros relativos ao primeiro grupo e o índice 2. as observações e parâmetros associados ao segundo grupo. Observe que os modelos (1) e (2) podem expressar-se na forma matricial como mostrado na equação 3:

$$\begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_1 & 0_1 \\ 0_2 & X_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} u_1 \\ u_2 \end{pmatrix} \quad (3)$$

y_2 : vetor esperado de i n observações da variável dependente ($i = 1, 2$), X_2 : matriz de n_i observações dos 2 regressores (incluindo a variável associada, ao termo independente ($i = 1, 2$), 0 : matriz nula de dimensão 2, $\beta_0, \beta_1, \beta_2$: vetores de parâmetros relativos ao i -ésimo grupo de observações ($i = 1, 2$) e u_i : vetor de resíduos ($i = 1, 2$)

4 ANÁLISE DOS DADOS

Foram coletadas observações entre 01 de janeiro de 2022 e 12 de dezembro de 2022. O valor mínimo indica o menor valor observado no período e é importante avaliar a diferença dessa medida em relação à média e ao valor máximo (maior valor observado).

Tabela 3: Estatísticas descritivas – Bitcoin (BTC) e Ethereum ETH.

Var./Est.	Mín.	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máx.	Desv. Padrão	Assimetria	Curtose
BTC	15787	19987	23805	28853.27	39401	47687	10108.1	0,37	-1,51
ETH	993,6	1323,68	1726,4	2029.567	2785,2	3830	774	0,49	-1,2

Fonte: elaborado pelos autores.

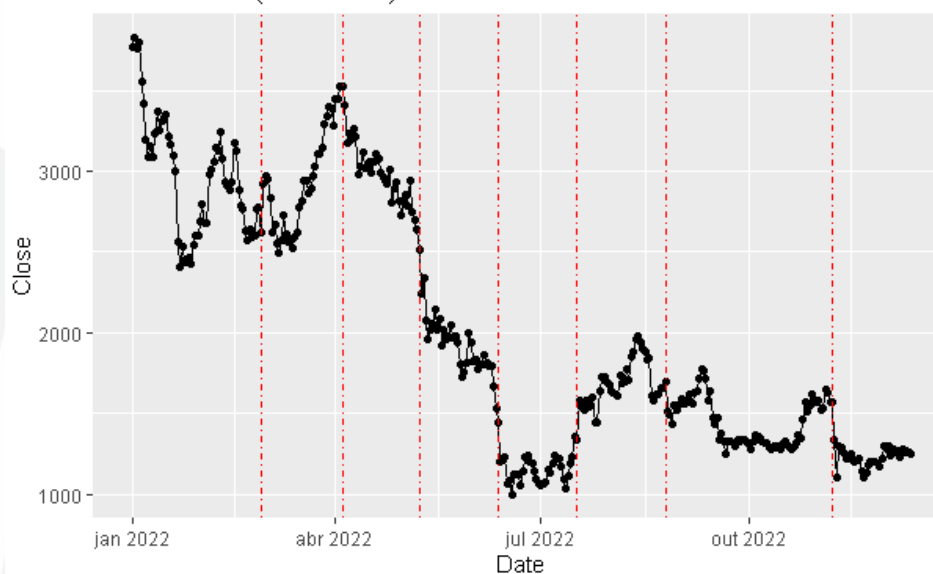
Nas duas séries a diferença entre o valor mínimo e a média não foi tão discrepante. A diferença entre o valor mínimo e máximo, a amplitude foi menor que 3 vezes, não sendo tão distantes. Isso pode indicar que as séries aparentam baixa dispersão no período. O primeiro quartil indica a concentração de 25% dos valores das observações e estes também se mostraram próximos da média. A mediana é o centro da distribuição, isto é, 50% das observações das séries concentram até aqueles valores. Se a média for próxima da mediana isto também é um indicativo de simetria nas observações. Nas 2 séries a média foi próxima da mediana.

Por fim, os coeficientes de assimetria e curtose também avaliam dispersão. Quando o valor da assimetria é zero assume-se que os dados são simétricos em relação à média e todas as séries tiveram assimetrias próximas de zero, ou seja, tiveram baixa assimetria à direita da média. A curtose, neste caso, é um coeficiente que quando vale 3 assume-se que os dados são mesocúrticos, isto é, que as observações se concentram de maneira regular em relação à média. Quando este valor é menor que 3 assume-se que os dados têm baixa concentração à direita da média e quando é maior que 3 de que os dados têm baixa concentração à esquerda da média. Todas as curtoses foram menores que 3, indicando baixa concentração dos dados à direita (também conhecida como cauda longa à direita).

A partir do teste de Chow realizado para cada uma das duas moedas cripto no período de um ano, será realizada a análise de dados, de forma individual e geral,

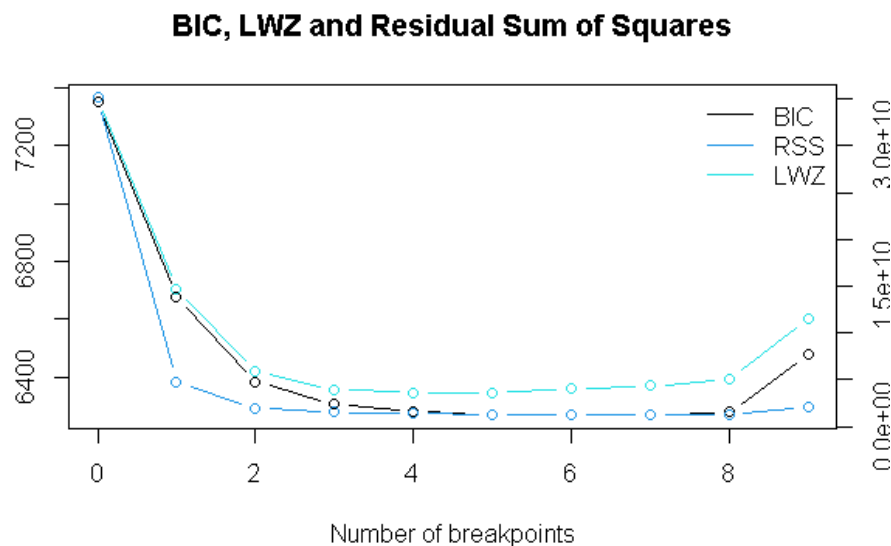
comparando as séries obtidas. O teste de Chow realizado para as criptomoedas em questão (Bitcoin e Ethereum) no período de janeiro a dezembro de 2022 revela 7 quebras no decorrer do ano, como mostram as figuras abaixo.

Figura 3. Série temporal de quebras estruturais - Bitcoin (janeiro a dezembro de 2022).
Bitcoin USD (BTC-USD)



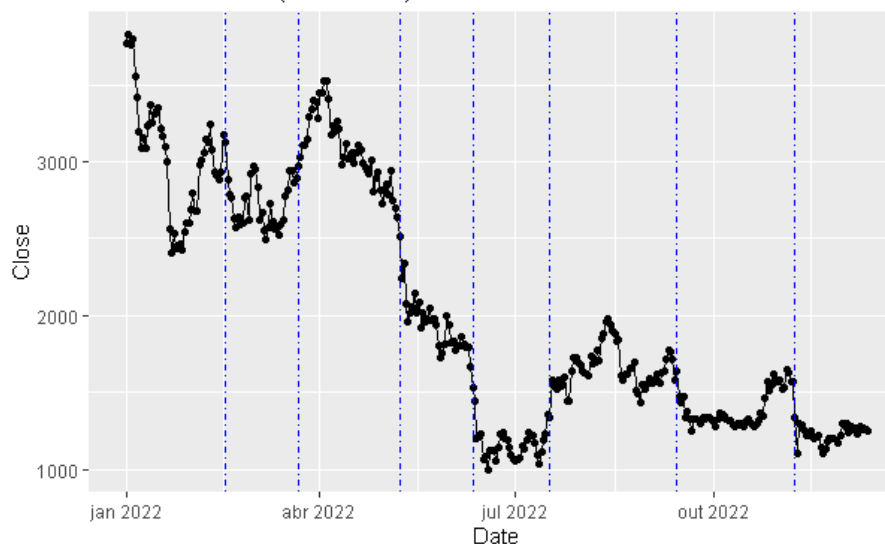
Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 4. Número de quebras estruturais indicadas pelos critérios BIC e LWZ (Bitcoin).



Fonte: Elaborado pelos autores.

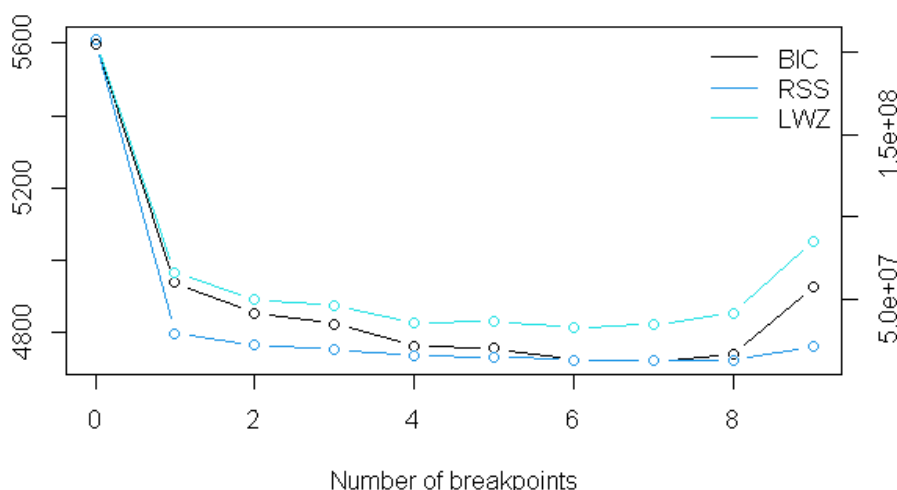
Figura 5. Série temporal de quebras estruturais Ethereum (janeiro a dezembro de 2022).
Ethereum USD (ETH-USD)



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 6. Número de quebras estruturais indicadas pelos critérios BIC e LWZ (Ethereum)

BIC, LWZ and Residual Sum of Squares



Fonte: Elaborado pelos autores.

4.1 FATORES EXÓGENOS ASSOCIADOS ÀS QUEBRAS ESTRUTURAIS

Ao analisar as estatísticas descritivas ETH e BTC, conclui-se que ambas as moedas se correlacionam e os gráficos de quebras acima expostos mostram que as médias dos períodos são muito próximos, assim como as tabelas a seguir.

Quadro 1: datas de quebras estruturais BTC (janeiro a dezembro de 2022). Elaboração do autor.

BITCOIN (BTC) Jan a Dez 2022	Intervalo de confiança 2,5%	Breakdate	Intervalo de confiança 97,5%	Intervalo da que- bra
Quebra 1	17/01/2022	27/02/2022	10/04/2022	17 de janeiro a 10 de abril
Quebra 2	27/03/2022	04/04/2022	19/04/2022	27 de março a 19 de abril
Quebra 3	07/05/2022	08/05/2022	09/05/2022	7 a 9 de maio
Quebra 4	11/06/2022	12/06/2022	13/06/2022	11 a 13 de junho
Quebra 5	14/07/2022	17/07/2022	19/07/2022	14 a 19 de julho
Quebra 6	24/08/2022	25/08/2022	27/08/2022	24 a 27 de agosto
Quebra 7	06/11/2022	07/11/2022	08/11/2022	6 a 8 de novembro

Fonte: elaboração pelos autores

Quadro 2: datas de quebras estruturais ETH (janeiro a dezembro de 2022). Elaboração do autor.

ETHEREUM (ETH) Jan a Dez 2022	Intervalo de confiança 2,5%	Breakdate	Intervalo de confiança 97,5%	Intervalo da quebra
Quebra 1	14/02/2022	16/02/2022	07/03/2022	14 de fevereiro a 07 de março
Quebra 2	16/03/2022	22/03/2022	24/03/2022	16 a 24 de março
Quebra 3	07/05/2022	08/05/2022	09/05/2022	7 a 9 de maio
Quebra 4	10/06/2022	11/06/2022	12/06/2022	10 a 12 de junho
Quebra 5	16/07/2022	17/07/2022	18/07/2022	16 a 18 de julho
Quebra 6	12/09/2022	14/09/2022	17/09/2022	12 a 17 de setembro
Quebra 7	07/11/2022	08/11/2022	14/11/2022	7 a 14 de novembro

Fonte: elaboração pelos autores.

Analisando as datas obtidas nas quebras e observando fatores exógenos, tendo em vista que a cotação das criptomoedas é de cunho internacional e não somente local, observa-se alguns fatos relevantes que as justificam, a seguir.

Para a quebra 1, o período se situa em fevereiro de 2022, que coincide com o estopim da Guerra entre Rússia e Ucrânia em escala global, sendo que em 24 de fevereiro ocorreu o primeiro bombardeio russo ao território ucraniano.

“Em 24 de fevereiro, em um discurso televisionado, o presidente russo, Vladimir Putin, declarou uma "operação militar especial" na região de Donbas, na Ucrânia - ao mesmo tempo, o Conselho de Segurança das Nações Unidas implorava que ele parasse. Sirenes de ataque aéreo soaram em toda a capital ucraniana, Kiev, e o presidente do país, Volodymyr Zelensky, alertou: "se alguém tentar tirar nossa terra, nossa liberdade, nossas vidas... nós nos defenderemos". Foi um momento em que a vida de muitas pessoas mudou para sempre.” (HANKIN, 2022)

No período da quebra 2, que engloba o final de março e início de abril de 2022, as criptomoedas atingem o pico positivo em cotação do ano, o que está ligado às “perspectivas de uso da Rússia aceitando criptomoedas como pagamento por gás e combustível como também pela menor liquidez geral de ativos ocasionada pelo primeiro aumento da taxa de juros nos EUA desde 2018” (BRANCO, 2022).

Para a quebra 3, há a ocorrência de uma data mais precisa, entre 7 e 9 de maio. A data coincide com as restrições sanitárias ligadas à pandemia na China e a continuidade da guerra no leste europeu que, devido ao comprometimento no fluxo na cadeia de suprimentos, levou ao aumento nos preços de combustíveis, alimentos e frete. Entretanto, o

choque encontra um fator externo de grande importância no mundo cripto: a disparidade da criptomoeda terraUSD (UST), uma stablecoin algorítmica, com o dólar.

“O preço do criptoativo caiu abaixo de US\$ 0,65 (R\$ 3,33). Em outras palavras, o terraUSD fracassou em sua única missão: manter a paridade com o dólar... No total, o mercado de criptoativos perdeu cerca de US\$ 300 bilhões nos últimos dias.” (EHRlich, 2022)

Para a quebra 4, as datas de ambas as criptomoedas BTC e ETH coincidem, entre 10 e 13 de junho. No cenário econômico, junho de 2022 foi considerado o “inverno cripto”. A alta do dólar influenciou bastante o cenário negativo nas cotações.

“Se o mês de maio tinha sido um período difícil, com apenas uma criptomoeda conseguindo performar no positivo, junho conseguiu ser ainda pior. Entre os 40 ativos mapeados pela QR Asset, nenhum conseguiu segurar a pressão do “Inverno cripto” e ter um desempenho positivo.” (LANZA, 2022).

De acordo com o IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada), em seu panorama econômico (Carta de conjuntura), “a combinação de variantes mais transmissíveis com a severa política de “Covid zero”, levando a repetidas restrições de mobilidade e lockdowns localizados, prejudicaram o nível de atividade econômica.” (BASTOS, pág. 1, 2022). Para a quebra 5, em julho de 2022 para ambas as moedas, o mercado teve uma valorização nos preços de todas as criptomoedas.

“Julho foi um mês de forte recuperação para o mercado de criptomoedas. Todos os 40 ativos mapeados pela QR Asset conseguiram um desempenho positivo, superando o mês de junho em que nenhum foi capaz de segurar a pressão do “Inverno cripto. O ether (ETH), segundo maior ativo por capitalização de mercado, por pouco não entrou no top 5, mesmo com alta de 55,44% no mês. Os 19,7% de valorização do bitcoin no período também parecem moderados frente ao desempenho conquistado por outros ativos.” (LANZA, 2022).

O fato coincide com a data de divulgação do índice de preços ao consumidor (IPC) dos EUA em julho, que mostra a taxa de inflação. A inflação nos Estados Unidos permaneceu estável no acumulado de 12 meses encerrado em julho de 2022, em 8,5%, segundo dados do Índice de Preços ao Consumidor (CPI) divulgados em 10 de julho.

“O resultado em julho está ligado a uma queda acentuada de 20% no custo da gasolina, proporcionando o primeiro sinal de alívio para os bolsos dos norte-

americanos, que viram a inflação disparar nos últimos dois anos e chegar ao maior valor em décadas... O cenário inflacionário começou com a pandemia, e foi piorado pela guerra na Ucrânia.” (MALAR, 2022)

O cenário da quebra 6 reflete o discurso de Jerome Powell, presidente do Federal Reserve (Fed, o banco central dos Estados Unidos), no simpósio anual do Fed. O discurso com tom negativo não esperado levou a uma antecipação do aumento das taxas de juros que naturalmente impactou o mercado de ativos de risco, como ações e criptomoeda.

“Powell afirmou que é inevitável 'alguma dor' durante o processo de combate à inflação na maior economia do mundo, e que a autoridade monetária “usará nossas ferramentas com força” para atacar alta de preços que se mantém em nível mais alto em mais de 40 anos. Ele acrescentou que as taxas de juros altas provavelmente persistirão “por algum tempo”. (LONGO, 2022).

A última quebra observada, na primeira semana de novembro para ambas as moedas, coincide com o mês em que a bolsa de criptomoedas FTX decretou falência, tendo dia 9 de novembro como data oficial de seu “colapso”. Cerca de 1,2 milhão de usuários registrados usavam a bolsa de criptomoedas para comprar tokens como bitcoin e milhares de outros ativos (TIDY, 2022). A derrocada da gigante causou uma grande baixa na cotação das criptomoedas, especialmente a Bitcoin. Todavia, observa-se que os choques expostos nas figuras 3 e 5 espelham-se também para a Ethereum.

“Dúvidas sobre a estabilidade financeira da FTX começaram a surgir depois que um artigo no site CoinDesk sugeriu que parte da gigante comercial de Bankman-Fried, a Alameda Research, era financiada por uma moeda inventada por uma empresa do grupo FTX, e não por um ativo independente... O preço do bitcoin caiu para seu menor valor em dois anos e muitos agora estão se perguntando: se a FTX pôde ir à derrocada junto com seu emblemático líder, quem será o próximo a cair?” (TIDY, 2022)

5 CONCLUSÃO

Observando o avanço da tecnologia na economia na era moderna, das ATMs à fintech, ela tem facilitado e aberto o campo das opções para os investidores. Todavia, a chamada Revolução Fintech, cuja terminologia está associada à velocidade da crescente evolução, teve como um dos protagonistas o mercado cripto, com a criação de moedas digitais, que descentralizam o poder dos bancos e instituições financeiras.

Tendo em vista a novidade deste cenário, marcado pelo surgimento da moeda cripto Bitcoin em 2008, os estudos na área também ampliaram. Todavia, o marco do crescimento de estudos sobre o tema só aconteceu a partir de 2017, como revela os estudos bibliométricos deste artigo, acompanhando a variedade de novas criptomoedas, que atualmente totalizam mais de 21 mil. Tal fato revela que a revolução fintech só teve seu reflexo no campo acadêmico cerca de uma década após seu marco embrionário. Os dados bibliométricos deste estudo mostram que o Brasil ainda não tem relevância na publicação sobre o tema, não aparecendo listado entre os 10 principais países mediante busca na Scopus sobre “cryptocurrency” e “price” o que aponta para um possível caminho para os pesquisadores nacionais.

Em meio à variedade das moedas cripto, duas possuem destaque no mercado em relação ao seu volume de negociação, que são Bitcoin e Ethereum. Com o intuito de verificar os impactos da economia mundial sobre as suas cotações e as correlações entre elas, foi feito um estudo de quebras estruturais no ano de 2022. Verificou-se, desse modo, que as oscilações das moedas estão correlacionadas entre si e que os fatores externos influenciaram nos choques.

Os principais fatores estão ligados à Covid-19 e suas novas variantes (impactando principalmente na China, segunda maior economia global, atrás apenas dos EUA, e suas políticas de *lockdown* que atingiram por reflexo toda uma cadeia de suprimentos) e a guerra entre Rússia e Ucrânia que com o primeiro bombardeio em fevereiro de 2022, refletiu impactos na economia durante todo o ano, com oscilações pontuais. Além dos macro cenários, acontecimentos marcantes no “mundo cripto” culminaram em quebras significativas nos preços das moedas digitais, como a falência da FTX e as declarações de Jerome Powell, presidente do Federal Reserve (Fed, o banco central dos Estados Unidos) sobre a inflação americana. O teste de Chow realizado comprova os períodos de grandes choques econômicos no mundo.

REFERÊNCIAS

Araújo, C. A. (2006). Bibliometria: evolução histórica e questões atuais. Em questão, 12(1), 11-32.

Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. Journal of informetrics, 11(4), 959-975.

BASTOS, E. K. X.. Carta de conjuntura (número 55, nota de conjuntura 22, 2º trimestre de 2022). IPEA, 2 de junho de 2022.

BRANCO, C.D. Bitcoin chega ao seu maior preço em 2022. Yahoo Finanças, 28 de março de 2022. Disponível em < Bitcoin chega ao seu maior preço em 2022 (yahoo.com) >. Acesso em 17 de dezembro de 2022.

CoinMarketCap (2021). Lista diária de criptomoedas por valor de mercado. Acesso em 27 de novembro de 2022. URL: <https://coinmarketcap.com/>

Dutra de Vasconcellos, J. C., dos Santos, D. R., & Freitag, A. E. B. UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DA LITERATURA QUANTO AO EFEITO DO DESENVOLVIMENTO FINANCEIRO SOBRE A DESIGUALDADE DA RENDA.

EHRlich, S. Stablecoin instável: como a queda das criptomoedas levou o terraUSD abaixo de US\$ 1,00, FORBES, 2022. < <https://forbes.com.br/forbes-money/2022/05/stablecoin-instavel-como-a-queda-das-criptomoedas-levou-o-terrausd-abaixo-de-u1/>> Acesso em: 15 de dezembro de 2022.

Goldstein, I., Jiang, W., & Karolyi, G. A. (2019). To FinTech and beyond. The Review of Financial Studies, 32(5), 1647-1661.

HANKIN, L.. Guerra na Ucrânia: 6 gráficos mostram impacto devastador de 6 meses de conflito, BBC NEWS, 2022. Disponível em < <https://www.bbc.com/portuguese/internacional-62657362>. > Acesso em: 14 de dezembro de 2022.

Halfeld, R., Martelotte, M. C., & Bastian-Pinto, C. (2023). Defense investment and economy: a study on the causality relationship. International Journal of Scientific Management and Tourism, 9(2), 684-698.

Krakowiak, S. (2023). Estudo bibliométrico sobre a “Construal Level Theory”. International Journal of Scientific Management and Tourism, 9(1), 59-74.

LANZA, L. Todas as criptomoedas ficam no vermelho em junho, ESTADÃO, 2022. <<https://einvestidor.estadao.com.br/criptomoedas/maiores-quedas-criptomoedas-junho-2022/>>. Acesso em: 15 de dezembro de 2022.

LANZA, L. Todas as criptomoedas valorizaram em julho. ESTADÃO, 2022. Disponível em <<https://investidor.estadao.com.br/criptomoedas/maiores-altas-criptomoedas-julho-2022/>>. Acesso em 15 de dezembro de 2022.

LONGO, L., Bitcoin cai abaixo dos US\$ 21 mil com reflexo negativo de discurso do presidente do Fed. Valor Econômico, 26 de agosto de 2022. Disponível em <<https://valorinveste.globo.com/mercados/cripto/noticia/2022/08/26/bitcoin-cai-abaixo-dos-us-21-mil-com-reflexo-negativo-de-discurso-do-presidente-do-fed.ghtml>>. Acesso em 16 de dezembro de 2022.

Lopes, A. S. (2021). Uma Introdução à Análise de Estabilidade dos Coeficientes. Disponível em <https://www.repository.utl.pt/handle/10400.5/17668?mode=full>.

Liu, W. (2019). Portfolio diversification across cryptocurrencies. Finance Research Letters, 29, 200-205.

MALAR, J. P., Inflação nos EUA fica estável em julho e acumula alta de 8,5% em 12 meses. CNN BRASIL, 10 de agosto de 2022. Disponível em <<https://www.cnnbrasil.com.br/business/inflacao-nos-eua-fica-estavel-em-julho-e-acumula-alta-de-85-em-12-meses>>. Acesso em 15 de dezembro de 2022. MARTIN, C.. O Patrimônio Digital; tradução Maria Lucia G. Leite Rosa; revisão técnica Jaci Correa Leite –São Paulo: Makron Books, 1998.

PINTO, P. & REBELO, E.. Testes à Estabilidade dos Parâmetros de um Modelo de Regressão: Uma Aplicação Especial dos Regressores Dummy. Revista de Estatística-Statistical Journal. III. 41-70.2002.

Santos, D. R., Bastos, B. R., & Gabriel, J. B. (2018). Vendas no varejo eletrônico (via internet) no Brasil antes e depois da popularização dos smartphones. Brazilian Applied Science Review, 2(5), 1566-1578.

STELLA, J. C. Moedas Virtuais no Brasil: como enquadrar as criptomoedas. Revista da Procuradoria-Geral do Banco Central, v. 11 n. 2 (2017). Disponível em <<https://revistapgbc.bcb.gov.br/revista/issue/view/26/V.11%20-%20N.2>>. Acesso em 2 de novembro de 2022.

SCOPUS. Guia de referência rápida (2016). Acesso em 26 de novembro de 2022. Disponível em: https://www.periodicos.capes.gov.br/images/documents/Scopus_Guia%20de%20refer%C3%Aancia%20r%C3%A1pida_10.08.2016.pdf

TIDY, J., A ascensão e queda do 'rei das criptomoedas', que abalou o mercado. BBC, 2022. Disponível em <<https://www.bbc.com/portuguese/geral-63621360>>. Acesso em 16 de dezembro de 2022.