

**FUCAPE PESQUISA E ENSINO S/A – FUCAPE RJ**

**FERNANDO DE ARAUJO**

**REGULAMENTAÇÕES, INDICADORES TÉCNICOS E RETORNOS  
ANORMAIS: UM ESTUDO SOBRE O MERCADO DO BITCOIN E DAS  
CRIPTOMOEDAS**

**RIO DE JANEIRO  
2023**

**FERNANDO DE ARAUJO**

**REGULAMENTAÇÕES, INDICADORES TÉCNICOS E RETORNOS  
ANORMAIS: UM ESTUDO SOBRE O MERCADO DO BITCOIN E DAS  
CRIPTOMOEDAS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis e Administração, da Fucape Pesquisa e Ensino S/A – Fucape RJ, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ciências Contábeis e Administração – Nível Profissionalizante.

Orientador: Prof. Dr. Felipe Storch Damasceno

**RIO DE JANEIRO  
2023**

**FERNANDO DE ARAUJO**

**REGULAMENTAÇÕES, INDICADORES TÉCNICOS E RETORNOS  
ANORMAIS: UM ESTUDO SOBRE O MERCADO DO BITCOIN E DAS  
CRIPTOMOEDAS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis e Administração da Fucape Pesquisa e Ensino S/A – Fucape RJ, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ciências Contábeis e Administração.

Aprovada em 30 de outubro de 2023.

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

**Prof. Dr. FELIPE STORCH DAMASCENO**  
Fucape Pesquisa e Ensino S/A

---

**Prof. Dr. FERNANDO CAIO GALDI**  
Fucape Pesquisa e Ensino S/A

---

**Prof. Dr. TALLES VIANNA BRUGNI**  
Fucape Pesquisa e Ensino S/A

---

**Prof. Dr. DANIEL REED BERGMANN**  
Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Atuária da  
Universidade de São Paulo – FEA/SP

---

**Prof. Dr. RICARDO DOS SANTOS DIAS**  
Instituição Federal do Espírito Santo - IFES/ES

## **AGRADECIMENTOS**

Inicialmente, quero agradecer a Deus, a minha esposa Mariana, a minha mãe e meu irmão, por toda a paciência que tiveram comigo ao longo desses anos de doutorado, o apoio de vocês foi fundamental para concluir esta etapa. Também, a todos os outros amigos que acreditaram e ficaram ao meu lado sempre. Aos meus queridos amigos da turma do Rio de Janeiro que me ensinaram sobre a importância de compartilhar o conhecimento de forma humilde como o Antônio, Bruno, Lícia, Luís Carlos e Rodrigo.

Durante o doutorado, conhecemos professores que colaboraram para a construção do conhecimento e ensinaram de forma brilhante, aos quais, deixo o meu agradecimento. Mas, três professores se destacaram pelas trocas contínuas, incentivo aos estudos e desenvolvimento, não só como profissional, mas como pessoa. Como o orientador da tese, professor Felipe Storch Damasceno pela parceria, principalmente, nessa reta final de elaboração da tese. E um agradecimento especial para os professores Danilo Soares Monte-Mor e Nelson Oliveira Stefanelli sempre dispostos a ajudar.

Muito obrigado a todos que me apoiaram nessa jornada.

## RESUMO

As criptomoedas vêm sendo negociadas ao longo do tempo, possuindo um valor de capitalização de aproximadamente R\$ 5,7 trilhões de reais em julho de 2023. Alguns pontos são fundamentais para entender a importância do comportamento do mercado e do preço, como no caso das regulações, incertezas e retornos anormais. Os objetivos desse estudo foram: (1) sugerir recomendações de desenvolvimento da regulação no Brasil, analisando alguns países com direcionamento do tema mais aprofundado, como o Japão, Estados Unidos, Austrália e Suíça, (2) examinar períodos de alta e baixa incerteza no bitcoin, utilizando 14 preditores técnicos do mercado tradicional e (3) avaliar os retornos anormais no mercado das 10 criptomoedas mais capitalizadas em eventos significativos como os *halvings* e as regulações do mercado brasileiro, utilizando o bitcoin como ativo de *benchmark*. No contexto da regulação, a pesquisa teve como base o posicionamento de alguns países que priorizam o tema dentro do território em questão, permitindo sugerir quatro recomendações favoráveis da regulamentação no cenário brasileiro. No caso das incertezas do bitcoin, analisou-se os momentos de alta e baixa incerteza, sendo possível observar um desempenho melhor em períodos de baixa incerteza financeira do que em alta. Já na análise dos retornos anormais encontrou-se evidências significativas dos períodos observados, apresentando que antes dos acontecimentos dos eventos, o mercado age com uma expectativa negativa e após a realização destes, há um efeito positivo considerando todo o *pool* da carteira. Portanto, os indicadores e métricas utilizados neste trabalho permitem orientar os principais pontos de regulação, identificar os momentos de incertezas de mercados do bitcoin e analisar o comportamento das 10 criptomoedas mais negociadas durante alguns eventos relevantes.

**Palavras-chave:** criptomoedas; bitcoin; incertezas financeiras; *halving*.

## ABSTRACT

Cryptocurrencies have been traded over time, with a capitalization value of approximately R\$5.7 trillion in July 2023. Some points are fundamental to understanding the importance of market and price behavior. The objectives of this study were: (1) to suggest regulatory development recommendations in Brazil, analyzing some countries with a deeper focus on the subject, such as Japan, the United States, Australia and Switzerland, (2) to examine periods of high and low uncertainty in the bitcoin, using 14 technical predictors of the traditional market and (3) evaluate the abnormal returns in the market of the 10 most capitalized cryptocurrencies in significant events such as the halvings and regulations of the Brazilian market, using bitcoin as a benchmark asset. In the context of regulation, the research was based on the positioning of some countries that prioritize the issue within the territory in question, allowing us to suggest four favorable recommendations for regulation in the Brazilian scenario. In the case of bitcoin uncertainties, the moments of high and low uncertainty were analyzed, making it possible to observe a better performance in periods of low financial uncertainty than in high ones. In the analysis of abnormal returns, significant evidence of the observed periods was found, showing that before the events of the events, the market acts with a negative expectation and after the realization of these, there is a positive effect considering the entire pool of the portfolio. Therefore, the indicators and metrics used in this work make it possible to guide the main points of regulation, identify moments of uncertainty in bitcoin markets and analyze the behavior of the 10 most traded cryptocurrencies during some events relevant.

**Keywords:** cryptocurrencies; bitcoin; financial uncertainties; halving.

## SUMÁRIO

|                                                                                                                                                                   |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO GERAL.....</b>                                                                                                                                   | <b>10</b> |
| <b>2. EVOLUÇÃO REGULATÓRIA DAS CRIPTOMOEDAS NO BRASIL EM COMPARAÇÃO AOS PAÍSES ESTRUTURADOS EM RELAÇÃO AO TEMA: JAPÃO, ESTADOS UNIDOS, AUSTRÁLIA E SUÍÇA.....</b> | <b>12</b> |
| 2.1 INTRODUÇÃO.....                                                                                                                                               | 13        |
| 2.2 OS 4 PRINCIPAIS DESAFIOS DA REGULAÇÃO.....                                                                                                                    | 14        |
| 2.3 DESENVOLVIMENTO DAS NORMATIZAÇÕES NOS PAÍSES.....                                                                                                             | 15        |
| 2.3.1. Brasil.....                                                                                                                                                | 15        |
| 2.3.2. Japão .....                                                                                                                                                | 17        |
| 2.3.3. Estados Unidos .....                                                                                                                                       | 19        |
| 2.3.4. Austrália .....                                                                                                                                            | 22        |
| 2.3.5. Suíça .....                                                                                                                                                | 23        |
| 2.4 ANÁLISE.....                                                                                                                                                  | 25        |
| 2.5 RECOMENDAÇÕES .....                                                                                                                                           | 28        |
| <b>3. O PAPEL DOS INDICADORES TÉCNICOS NA PREVISÃO DE PERÍODOS DE BAIXA E ALTA INCERTEZA NO BITCOIN.....</b>                                                      | <b>31</b> |
| 3.1 INTRODUÇÃO.....                                                                                                                                               | 32        |
| 3.2 REFERENCIAL TEÓRICO .....                                                                                                                                     | 34        |
| 3.2.1. Preditores técnicos .....                                                                                                                                  | 34        |
| 3.2.2. Análise técnica .....                                                                                                                                      | 36        |
| 3.2.3. Períodos de incertezas.....                                                                                                                                | 37        |
| 3.3 METODOLOGIA .....                                                                                                                                             | 39        |
| 3.3.1. Amostra, tratamento de dados e abordagem metodológica .....                                                                                                | 39        |
| 3.3.2. Teste de <i>Markov switching model</i> .....                                                                                                               | 40        |
| 3.3.3. Fator de regressão preditiva .....                                                                                                                         | 41        |
| 3.3.4. Fora da amostra.....                                                                                                                                       | 42        |
| 3.3.5. Previsão de volatilidade.....                                                                                                                              | 43        |
| 3.4 ANÁLISE.....                                                                                                                                                  | 44        |

|                                                                                                                                                                          |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.4.1. Estatística descritiva .....                                                                                                                                      | 44        |
| 3.4.2. Teste de <i>Markov Switching model</i> .....                                                                                                                      | 45        |
| 3.4.3. Fator de regressão preditiva .....                                                                                                                                | 47        |
| 3.4.4. Fora da amostra.....                                                                                                                                              | 49        |
| 3.4.5. Previsão de volatilidade.....                                                                                                                                     | 51        |
| 3.5 CONCLUSÃO .....                                                                                                                                                      | 52        |
| <b>4. ANÁLISE DO MERCADO DE CRIPTOMOEDAS: RETORNOS ANORMAIS NOS<br/>HALVINGS E NA REGULAÇÃO BRASILEIRA DAS CRIPTOMOEDAS E ETFS<br/>VINCULADAS AOS CRIPTOATIVOS .....</b> | <b>54</b> |
| 4.1 INTRODUÇÃO.....                                                                                                                                                      | 55        |
| 4.2 REFERENCIAL TEÓRICO .....                                                                                                                                            | 58        |
| 4.2.1. Hipótese do mercado eficiente (HME) .....                                                                                                                         | 58        |
| 4.2.2. Retornos anormais.....                                                                                                                                            | 59        |
| 4.2.3. Estudo de eventos.....                                                                                                                                            | 61        |
| 4.2.4. Regulação brasileira de criptomoedas .....                                                                                                                        | 63        |
| 4.2.5. ETFs listadas na bolsa de valores e a relação com as<br>criptomoedas .....                                                                                        | 63        |
| 4.2.6. Período de <i>halving</i> .....                                                                                                                                   | 65        |
| 4.3 METODOLOGIA .....                                                                                                                                                    | 66        |
| 4.3.1. Amostra, tratamento de dados e abordagem metodológica .....                                                                                                       | 66        |
| 4.3.2. Cálculo dos retornos normais, anormais e acumulados .....                                                                                                         | 68        |
| 4.3.3. Escolha dos testes .....                                                                                                                                          | 71        |
| 4.3.3.1 Paramétricos .....                                                                                                                                               | 72        |
| 4.3.3.1.1. Patell (1976) .....                                                                                                                                           | 72        |
| 4.3.3.1.2. Boehmer, Masumeci e Poulsen (1991) .....                                                                                                                      | 73        |
| 4.3.3.2 Não Paramétricos.....                                                                                                                                            | 74        |
| 4.3.3.2.1. Grank (2011) .....                                                                                                                                            | 74        |
| 4.3.3.2.2. Wilcoxon (1945).....                                                                                                                                          | 74        |



|                                                                                |            |
|--------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.4 ANÁLISE.....                                                               | 76         |
| <b>4.4.1. Resultado pelo retorno anormal acumulado.....</b>                    | <b>76</b>  |
| 4.4.1.1 Período de regulação brasileira.....                                   | 76         |
| 4.4.1.2 Período de <i>halving</i> .....                                        | 80         |
| <b>4.4.2. Comparativo entre os testes realizados .....</b>                     | <b>83</b>  |
| 4.4.2.1 Período de regulação brasileira.....                                   | 83         |
| 4.4.2.2 Período de <i>halving</i> .....                                        | 85         |
| <b>4.4.3. Resultados gerais.....</b>                                           | <b>86</b>  |
| <b>4.4.4. Limitação da pesquisa .....</b>                                      | <b>87</b>  |
| 4.5 CONCLUSÃO .....                                                            | 88         |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>                                                        | <b>90</b>  |
| <b>CONCLUSÃO GERAL.....</b>                                                    | <b>103</b> |
| <b>APÊNDICE A – Criptomoedas e ETFs utilizadas no capítulo 4. ....</b>         | <b>105</b> |
| <b>APÊNDICE B – Código utilizado no capítulo 3 - <i>Python</i>. ....</b>       | <b>106</b> |
| <b>APÊNDICE C – Código utilizado no capítulo 4 - <i>Stata/SE 17.0</i>.....</b> | <b>109</b> |

# CAPÍTULO 1

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

A análise do mercado das criptomoedas desempenha um papel fundamental devido à alta volatilidade e complexidade dos ativos digitais. Os indicadores técnicos oferecem uma abordagem para compreender os padrões de preços passados e atuais, permitindo uma melhor avaliação de tendências e consequentemente uma análise mais objetiva nas decisões de compra ou venda. Logo, as influências macroeconômicas, os desenvolvimentos regulatórios nos países e os eventos imprevisíveis podem impactar o mercado de criptomoedas no contexto geral.

Diante disso, o Capítulo 2 realizou um estudo tecnológico, com o objetivo de analisar a evolução regulatória de criptomoedas do Japão, Estados Unidos, Austrália e Suíça, e sugerir recomendações de desenvolvimento da regulação no Brasil. Já o Capítulo 3, examinou os períodos de alta e baixa incerteza no bitcoin, utilizando 3 estratégias de análise de mercado (*Moving Average*, *Month-over-Month* e *Volume*), por meio de 14 preditores técnicos, exibindo assim, os resultados dos melhores indicadores a serem considerados.

O Capítulo 4, analisou os efeitos dos retornos anormais em períodos de *halvings* e de regulação brasileira, utilizando as 10 criptomoedas mais capitalizadas e as 5 *Exchanged-Traded Funds* (ETFs) mais negociadas na bolsa de valores brasileira, considerando o bitcoin como ativo de referência. Com isso, a eficiência desses ativos e criptoativos são apresentados em 4 janelas de eventos de forma mensal, para os *halvings*, e de forma diária, para a regulação brasileira.

Para realização dos testes nos Capítulos 3 e 4, os dados dos preços das criptomoedas são atualizados em tempo real, com base nas negociações, realizadas

em diferentes plataformas e *exchanges* ao redor do mundo. Sendo assim, o preço é considerado o valor mais recente pelo qual um comprador e um vendedor negociam um bitcoin por um dólar americano. Tendo em vista que, as criptomoedas, incluindo o bitcoin, estão em uma relação dólar americano (USD) no índice *investing.com*, não possuindo um preço de fechamento diário. Já no caso das ETFs, o preço de fechamento em negociação ocorre no encerramento do pregão da bolsa de valores diariamente.

No final da tese, é apresentado o Apêndice A, que representa o Capítulo 4 com as análises complementares, para melhor detalhamento dos critérios das criptomoedas e ETFs selecionadas neste estudo.

## **CAPÍTULO 2**

### **2 EVOLUÇÃO REGULATÓRIA DAS CRIPTOMOEDAS NO BRASIL EM COMPARAÇÃO AOS PAÍSES ESTRUTURADOS EM RELAÇÃO AO TEMA: JAPÃO, ESTADOS UNIDOS, AUSTRÁLIA E SUÍÇA.**

#### **RESUMO**

O objetivo geral do presente estudo é analisar a evolução regulatória de criptomoedas do Japão, Estados Unidos, Austrália e Suíça, e sugerir recomendações de desenvolvimento da regulação no Brasil, vigente, pela Lei nº. 14.478/2022. A relevância do estudo está no ambiente regulatório e tecnologia avançada, a fim de estabelecer iniciativas favoráveis para o mercado de criptomoedas no Brasil. As principais questões observadas com o desenvolvimento regulatório nos países, foram a lavagem de dinheiro, proteção dos usuários e o posicionamento das *exchanges* no país. Observando o Brasil, foi possível sugerir quatro recomendações para a evolução do país sobre o tema. A primeira recomendação é sobre o desenvolvimento das *exchanges* no Brasil. A segunda recomendação é sobre a revisão do termo ativos virtuais para criptoativos, sendo favorável abranger diversos tipos de ativos digitais, trazendo mais eficiência e agilidade na adaptação de novas regras regulatórias. A terceira recomendação é sugestão ao Banco Central do Brasil (BACEN) sobre a criação de diretrizes em que os usuários podem relatar possíveis atividades ilícitas envolvendo criptomoedas. A quarta recomendação propõe ao BACEN uma secretaria especial que tem por intuito trazer agentes especializados em criptomoedas, visando uma maior garantia de proteção ao consumidor e o estímulo à inovação. Por fim, uma indicação de desenvolvimento seria a criação de polos de estudos garantindo cada vez mais o crescimento da regulação no mercado. Com isso, esses pontos poderiam

ajudar na redução de práticas criminosas que envolvem criptomoedas no Brasil e garantir uma maior proteção aos usuários.

**Palavras-chave:** criptomoedas, regulação, moedas digitais, moedas virtuais.

## 2.1 INTRODUÇÃO

O presente estudo se concentra na evolução da regulamentação de criptomoedas em países como Japão, Estados Unidos, Austrália e Suíça, com o intuito de sugerir recomendações para o desenvolvimento da regulamentação no Brasil. A escolha dos países mencionados ocorre pela construção de uma estrutura de regulação sólida que visa promover a segurança e inovação do setor.

Com a regulação, o BACEN é responsável por fiscalizar as *exchanges*, plataformas *online* onde as transações de criptomoedas são negociadas (Ivaniuk, 2020), exigir a licença para funcionários, reportar as atividades suspeitas e punir via processos administrativos que não cumpram com as regras estabelecidas, podendo assim cancelar suas atividades de funcionamento.

A conexão entre uma *exchange* e os agentes reguladores pode proporcionar um ambiente transparente e seguro para as transações de criptomoedas, sendo este utilizado por investidores e usuários.

Os Bancos Centrais ao redor do mundo enfrentam desafios para regular e supervisionar as criptomoedas por meio de alguma autoridade pública. As principais preocupações estão associadas às atividades ilegais, como a lavagem de dinheiro, o financiamento do terrorismo, a compra de drogas e a evasão fiscal. Além disso, há também a preocupação com a exposição a ataques cibernéticos ou hackers. Essas preocupações refletem a necessidade de regulamentações adequadas e medidas de segurança robustas para mitigar esses riscos no ecossistema das criptomoedas.

O objetivo geral deste trabalho é fazer a identificação do nível de regulação que está estabelecido nos países analisados, compreender os pontos que foram mais importantes para desenvolver o mercado de criptoativos e trazer recomendações para o desenvolvimento da atual legislação brasileira, que ainda está em fase de implementação e definição efetiva das regras.

Como fonte de motivação sobre o tema em discussão é necessário o entendimento do ambiente regulatório avançado dos países apresentados, com interesse em estabelecer iniciativas claras para o mercado de criptomoedas.

## 2.2 OS 4 PRINCIPAIS DESAFIOS DA REGULAÇÃO

Com o surgimento de várias criptomoedas, os países continuam a enfrentar desafios na implementação de regulações, sendo as agências federais responsáveis por essa tarefa. Além disso, *Foreign Government Agencies* (FGAs), *National Government Agencies* (NGAs) e *Nongovernmental Organizations* (NGOs) também desempenham um papel na emissão de orientações e avaliações sobre a abordagem das criptomoedas pelo governo federal (Lindsay, 2023).

Um dos principais desafios que precisa ser estruturado para melhoria de uma evolução de regulação seria o anonimato das transações, que pode influenciar ainda mais as atividades ilegais (Durdu, 2018). É necessário ter um mecanismo para prevenir e detectar esta prática e garantir a proteção dos usuários.

Outro desafio da regulação é a questão da existência de diferentes jurisdições com distintas diretrizes dependendo do país, o que pode gerar uma grande incerteza sobre criptomoedas (Ozturk & Sulungur, 2021). Neste caso, a falta de harmonização regulatória, pode incentivar as empresas a estabelecer suas operações em jurisdições com regulamentações mais favoráveis.

O terceiro desafio é a constante evolução das tecnologias no país. O mercado de criptomoedas é impulsionado por inovações tecnológicas contínuas, o que exige que reguladores acompanhem e entendam as novas tecnologias para tomarem decisões informadas. Dessa forma, as regulamentações precisam estar adaptadas e adequadas ao contexto regulatório.

O quarto e último desafio abordado neste estudo, é o estabelecimento de medidas de segurança robustas para a plena funcionalidade das *exchanges*. Sendo assim, os usuários podem se sentir mais confortáveis em compartilhar dados e realizar transações nessas empresas.

Portanto, para uma melhoria na evolução da regulação das criptomoedas, é necessário enfrentar diversos desafios: i) anonimato das transações; ii) falta de harmonização regulatória; iii) constante evolução das tecnologias e, iv) garantia de proteção aos usuários.

Logo, é imprescindível estabelecer medidas de segurança robustas para as *exchanges*, permitindo que os usuários tenham confiança em realizar transações nessas plataformas.

## 2.3 DESENVOLVIMENTO DAS NORMATIZAÇÕES NOS PAÍSES

### 2.3.1 Brasil

Inicialmente, em 2013, a Comissão de Valores Mobiliários (CVM) emitiu o Ofício Circular nº 1/2013, que afirmava que as criptomoedas não eram consideradas valores mobiliários e, portanto, não estavam sob a jurisdição da CVM. No ano seguinte, em 2014, o Banco Central do Brasil (BCB) emitiu um comunicado informando que as criptomoedas não eram reconhecidas como moeda oficial, mas que as instituições financeiras estavam proibidas de oferecer serviços com base nelas. Já em 2019 a

CVM publicou a Instrução CVM 617, a qual estabeleceu as regras para a oferta pública de valores mobiliários baseados em criptoativos. A instrução define os procedimentos e requisitos para a realização de *Initial Coin Offerings* (ICOs) no Brasil.

Além dos posicionamentos da CVM e BCB, a Receita Federal do Brasil (RFB) aponta como diretriz o reconhecimento da legalidade das criptomoedas em termos de tributação e declaração vigorada pela Instrução Normativa (IN) 1.888/2019 e pela justiça brasileira, sob a ótica de bens e direitos. Por outro lado, o trâmite da regulação brasileira, iniciou na Câmara dos Deputados pelo Projeto de Lei 2.303/15, passando pelo Senado Federal com os Projetos de Lei 3.825/2019 e 3.949/2019 e finalmente aprovado pela Lei 14.478/2022, a qual inclui vários aspectos relacionados às criptomoedas, como a governança, a segurança, a privacidade e a regulamentação, sendo um conjunto de diretrizes, padrões e práticas recomendadas.

A aprovação da Lei 14.478/2022, ofereceu diretrizes, padrões e práticas do mercado de criptomoedas no país, trazendo orientações para a conformidade regulatória e a garantia da transparência e responsabilidade na operação das criptomoedas.

Outro avanço na questão tributária, foi o posicionamento da RFB ter ampliado para a declaração do Imposto de Renda de Pessoa Física e Jurídica de 2021 (referente ao ano de 2020) campos específicos para as negociações dos criptoativos desde que cumpram com as regras já estabelecidas pela IN 1.888/2019, como o caso da taxaço do ganho de capital que movimentou mais de R\$ 35.000,00 no mês e informem a posse desses criptoativos no montante superior de R\$ 5.000,00.

De acordo com a Agência Senado (2022), as prestadoras de serviços dos ativos virtuais podem: i) realizar a troca entre ativos virtuais e moeda nacional ou moeda estrangeira; ii) realizar a troca entre um ou mais ativos virtuais; iii) transferir



ativos virtuais; iv) ter custódia ou administração de ativos virtuais ou de instrumentos que possibilitem o controle sobre ativos virtuais, ou, v) participação em serviços financeiros e prestação de serviços relacionados à oferta por um emissor ou venda de ativos virtuais.

Saindo um pouco do âmbito legislativo, as *exchanges* têm demonstrado interesse em cooperar com um conjunto de regras para ajudar na organização, prática de conduta e prevenção à lavagem de dinheiro, como o MercadoBitcoin, Novadax, Foxbit e outras *exchanges*. Dessa forma, a Associação Brasileira de Criptoeconomia (ABCCripto) tem por objetivo unir as principais entidades ativas no país das criptomoedas e *blockchain*.

Nesse contexto, a cooperação do setor privado, representado pela ABCCripto e o poder público, por meio dos órgãos reguladores, é essencial para desenvolver um ambiente regulatório que proporcione segurança e confiança aos investidores e usuários de criptomoedas, ao mesmo tempo em que fomente a inovação e o crescimento sustentável do mercado. A autorregulação e a busca por uma regulamentação adequada são passos importantes para criar um ecossistema saudável para as criptomoedas no Brasil.

### **2.3.2 Japão**

O Japão, foi o primeiro país do mundo a promulgar uma lei que regula as criptomoedas. Esse marco aconteceu em 2017, legalizando as criptomoedas como uma forma de pagamento e apresentando sua devida definição de criptoativos (Inshyn et al. 2018). Além disso, o país possui uma base sólida de usuários, com sede de algumas principais *exchanges*, como a bitFlyer e a Liquid.

A regulamentação no Japão, exige que uma entidade se registre como *Cryptoasset Exchange Provider* (CAESP) para fornecer o serviço de troca de criptomoedas a residentes japoneses. Sendo assim, seus maiores objetivos são: i) proteção dos clientes de trocas de diversas *exchanges* e, ii) prevenção de financiamento terrorista relacionado as *exchanges* e lavagem de dinheiro (Arora, 2020). Neste caso, a autoridade do Japão de ativo digital opera como um órgão auto-regulador.

No ano de 2018, a *Financial Services Agency of Japan* (FSA) estabeleceu um grupo de estudos sobre *exchanges* e moedas virtuais com o objetivo de avaliar a eficiência e a adequação das medidas regulatórias. Esse grupo de estudos propôs emendas na Lei *Payment Services Act* (PSA) de 2009 e na Lei *Financial Instruments and Exchange Act* (FIEA) de 1948 (Arora, 2020).

Nas revisões da PSA de 2009, foi observado: i) a revisão do termo moeda virtual para criptoativos; ii) o refinamento da regulação dos serviços de custódia e, iii) a preferência de manter os fundos dos usuários em “*cold wallets*” do que em “*hot wallets*”, conceitos esses abordados e definidos por Hu (2023). A preferência pela “*cold wallets*”, se dá pela segurança ao usuário de possuir carteiras de criptomoedas com chave privada *offline*, tornando-o menos vulnerável a ataques cibernéticos. Já na “*hot wallets*”, o usuário fica mais vulnerável por possuir chave privada *online*. Sendo assim, a importância do uso adequado das “*cold wallets*”, se torna um passo importante para o desenvolvimento seguro do mercado de criptomoedas.

Já nas revisões da FIEA, foi visto: i) a obtenção dos direitos e regulamentos transferíveis registrados eletronicamente; ii) a introdução de regulamentos das transações derivadas de criptoativos e, iii) a introdução de regulamentos que regem atos ilícitos das transações de criptoativos ou suas derivadas. Com essas revisões,

foi possível ter a definição e o desenvolvimento desse marco no país, podendo ser destacado o conceito do termo de criptoativos que é um valor proprietário que pode ser transacionado nas relações de mercadoria e prestação de serviços. (Arora, 2020).

Outra definição relevante sobre os serviços das *exchanges* é abordado no artigo 2 do PSA (2018) sobre sua prestação de serviço como: i) compra ou venda de criptoativos ou trocas de criptoativos por outros; ii) intermediador, corretor ou delegação para os atos do item 1; iii) gerenciamento do dinheiro dos usuários com as transações dos itens 1 e 2 e, iv) gerenciamento dos criptoativos dos usuários.

Para essas prestadoras de serviços de criptoativos se estruturarem no país é necessário cumprir alguns requisitos: ter uma base financeira de capital mínimo de 10 milhões de ienes de ativos líquidos com valor positivo, possuir estrutura de sistemas organizacionais satisfatórios para o fornecimento de câmbio de forma correta, possuir garantia da manutenção de conformidade com as leis aplicáveis e enviar documentos com dados principais para estruturação, como: nome, valor do capital, endereço etc. Essas exigências são medidas necessárias para o gerenciamento de segurança da informação, proteção ao cliente, gerenciamento dos usuários e suas propriedades (PSA, 2018).

### **2.3.3 Estados Unidos**

Nos Estados Unidos vários órgãos reguladores, agências governamentais, como a *Securities and Exchange Commission* (SEC), a *Commodity Futures Trading Commission* (CFTC), o *Financial Crimes Enforcement Network* (FINCEN) e o *Internal Revenue Service* (IRS), que divulgaram suas orientações para conduzir as transações, investimentos e propriedades de criptomoedas para os usuários. A CFTC (2018), aborda que a lei nos Estados Unidos da América (EUA) não prevê uma

supervisão federal direta e abrangente dos mercados relacionados ao bitcoin ou de moeda virtual. Um impacto gerado por este fato se dá pela criação de um ambiente menos seguro para os investidores e usuários dessas criptomoedas por falta da fiscalização das mesmas.

Portanto, com o desenvolvimento regulatório dentro do país, os EUA têm uma estrutura legal regulatória geral, podendo ser aplicada à diversas atividades das criptomoedas, como nos casos: i) leis de proteção aos consumidores – garantia de informação aos investidores e usuários sobre os riscos envolvidos em transações com ativos digitais; ii) leis de valores mobiliários – ocorrem quando as criptomoedas são consideradas títulos e submetidas a requisitos adicionais de divulgação e conformidade, e iii) regulações contra práticas fraudulentas – proteção aos participantes do mercado.

A necessidade de desenvolver estudos em relação às criptomoedas no país foram analisadas por Frebowitz (2018), através do mercado ilícito na *Dark Web* usando bitcoin como único método de pagamento aceito. Em 2013, o *Federal Bureau of Investigation* (FBI) identificou e prendeu o responsável por esses atos, acusando de tráfico de narcóticos e conspirações sobre lavagem de dinheiro (Lindsay, 2023). Por meio desse fato, conhecido como *Silk Road*, as criptomoedas tiveram uma atenção maior com os legisladores e estudiosos sobre o tema.

No ano seguinte, o IRS (2014) divulgou algumas orientações fiscais para as moedas virtuais. Essas orientações determinam que os indivíduos são responsáveis por relatar os ganhos de capital durante as transações e os pagamentos dos serviços. Ainda em 2014, a CFTC declarou criptomoedas como mercadoria, sob a supervisão da autoridade da *Commodity Exchange Act* (CEA), tendo um papel significativo na conscientização pública e atuais regulamentos no ecossistema das criptomoedas.

Esta se divide em cinco categorias de moedas virtuais: i) educação do consumidor; ii) fornecimento de regulamento antifraude e manipulação; iii) coleta de informações e dados por meio de inteligência de mercado; iv) cumprimento da lei e, v) coordenação com o governo sobre o tema com os reguladores federais.

A SEC, assim como a CFTC, fornece orientações sobre criptomoedas e tem por objetivo a proteção do investidor, a manutenção de um mercado justo, ordenado e eficiente, facilitando a formação de capital (SEC, 2013). Ela junto a outros agentes reguladores procura controlar atividades ilícitas no setor de criptomoedas, ganhando uma força maior com o colapso da *exchange* FTX no final de 2022.

Para o entendimento do conceito de criptomoedas, é importante falar dos desenvolvedores de *Initial Coin Offering* (ICO), que tem como propósito o aumento de capital por dólar ou criptomoedas em troca da liberação pré-pública do *token* (Clayton, 2017). Embora tenha essa orientação para os ICOs, a SEC não esclarece se as criptomoedas são consideradas como valores mobiliários, podendo ter um entendimento ambíguo no mercado. Porém, o órgão emitiu um alerta sobre a circulação de *tokens* de vendas e sua devida classificação. Este alerta, considera o *token* como um valor mobiliário, estando sujeito às regulamentações aplicáveis pelas leis de valores mobiliários dos Estados Unidos podendo gerar impacto no FINCEN como afetar as estratégias de financiamento e as oportunidades de captação de recursos para o emissor.

O FINCEN age em conjunto com o gabinete do tesouro dos EUA, que tem por objetivo, proteger o sistema financeiro de uso ilícito, promovendo a segurança nacional e considerando moedas virtuais como meio de troca que operam em alguns ambientes, mas não possuem atributos de uma moeda real (Jackson, 2018). Dessa

forma, deve-se cumprir as regulamentações da *Anti-Money Laundering Act* (AMLA) e ter conhecimento de seus clientes pelo *Know Your Customer* (KYC).

Em dezembro de 2020, o FINCEN propôs novos pontos de regulação para transações de criptomoedas: i) comunicação para o órgão nas transações acima de US\$ 10 mil; ii) envio de informações relacionadas à transação incluindo nomes e endereços físicos, e iii) compartilhamento de informações de origem da corretora. Porém, em 2023, essa proposta de regulação ainda se encontra em processo de revisão.

### **2.3.4 Austrália**

A Austrália possui um mercado em expansão quando se trata de criptomoedas. A cidade de Sydney e Melbourne são centros de atividades relacionadas às criptomoedas. A realização de trocas das moedas digitais e criptomoedas são legais no país (Mohsin, 2022).

No ano de 2016, o órgão regulador financeiro do país *Australian Securities and Investments Commission* (ASIC) teve como iniciativa, promover a inovação e facilitar o desenvolvimento de produtos e serviços financeiros, que também estavam relacionados às tecnologias envolvendo *blockchain* e criptomoedas.

Em 2017, o governo australiano declarou que as criptomoedas eram legais por meio das Leis *Anti-Money Laundering Act* (AMLA) e *Counter-Terrorism Financing* (CTF), afirmando que bitcoin e as demais criptomoedas, com as mesmas características, devem ser tratadas como propriedade e sujeitas aos impostos sobre ganhos de capital.

Em 2018, a *Australian Transaction Reports and Analysis Center* (AUSTRAC) anunciou 10 regulamentos para implementação de criptomoedas. O principal ponto, é

que para realizar trocas de criptomoedas no país é preciso realizar um registro na AUSTRAC com intuito de identificar e verificar seus usuários, manter registros e cumprir as obrigações do governo. A penalidade pelo não registro, são as acusações criminais e multas financeiras (Australian Govt, 2021).

A AUSTRAC preocupa-se também com os pontos relacionados à lavagem de dinheiro e ao financiamento ao terrorismo. Dessa forma, as *exchanges* devem se registrar na AUSTRAC e cumprir alguns requisitos da AMLA e *Know Your Customer* (KYC). No ano de 2019, a *Australian Securities and Investments Commission* (ASIC) emitiu requisitos regulatórios atualizando sobre *Initial Coin Offerings* (ICOs) e as devidas negociações de criptomoedas. Essas medidas visam fortalecer a integridade do mercado de criptomoedas, criando um ambiente mais seguro e transparente.

À vista disso, o país oferece um esforço contínuo para melhoria da estrutura operacional para os usuários que transacionam criptomoedas, demonstrando uma melhor continuidade e conformidade nos pontos regulatórios, sugerindo reformas para lidar com todos os aspectos relacionados a esses ativos (John, 2023).

Em março de 2022, o governo australiano divulgou um documento de consulta, descrevendo a estrutura de licenciamento regulatório sobre criptomoedas, referente aos prestadores de serviços e proteção da chave primária, com intuito de criar uma estrutura de maior confiança em suas negociações e ao mesmo tempo reconhecer o impacto do ecossistema de ativos criptográficos para a economia australiana e global (Daley e Yuen, 2022).

### **2.3.5 Suíça**

A Suíça é conhecida pelo *crypto valley* na cidade de Zug, que tem uma comunidade de empreendedores de criptomoedas fundada em 2013. Por possuir um

ambiente regulatório progressista, com sua estabilidade política e econômica, se tornou um centro global para empresas e projetos relacionados ao *blockchain* e criptomoedas.

A abordagem regulatória da Suíça é apaziguadora, não possuindo uma legislação específica para criptomoedas. Porém, a legislação vigente junto com diretrizes e orientações pelas autoridades regulatórias são aplicáveis às criptomoedas e ao *blockchain*.

O regulamento é aplicado por *Financial Market Supervisory Authority* (FINMA) através da *Anti-Money Laundering Act* (AMLA) e da *Distributed Ledger Technology* (DLT) estabelecendo regulamentações para combate à lavagem de dinheiro e financiamento terrorista, aplicáveis às criptomoedas (*Crypto Valley Association*, 2022).

Alguns pilares são fundamentais para estruturar o desenvolvimento das criptomoedas no país. São eles:

- a) Código Penal Suíço - prevê uma eventual penalização monetária ou prisão de até três anos, caso o usuário tente manipular a origem, o rastreamento ou o confisco de ativos que possam originalizar um crime. Outro ponto a destacar, é que a punição sobre esses atos, mesmo fora da jurisdição do país, pode ser considerada uma ofensa local (Lindsay, 2023). Essas punições são estendidas para as criptomoedas.
- b) AMLA – Em 1997 foi promulgada, com o objetivo de regular o combate à lavagem de dinheiro, combate ao financiamento ao terrorismo e diligência nas transações financeiras (KPMG, 2021). Em agosto de 2019, a FINMA reconheceu a extensão da AMLA aos prestadores de serviços de *blockchain*. Dessa forma, alguns critérios deverão ser adotados para as *exchanges*, como ter licenças pela FINMA para realizar transações de



pagamento, verificação e identificação do proprietário, mitigação de riscos por meio de estratégias e relatos de suspeitas de atividades ilícitas ao *Money Laundering Reporting Office of Switzerland* (MROs).

- c) FINMA – Em 2015, foi emitido pela FINMA, um posicionamento sobre a implementação de práticas e políticas com objetivo de monitorar e combater a lavagem de dinheiro e o financiamento terrorista. Esse monitoramento deve ser realizado a nível global. Em 2020, a FINMA revisou sobre o posicionamento estendendo as transações com moedas virtuais.
- d) DLT – Em 2019, foi aprovada uma lei federal sobre o desenvolvimento em tecnologia distribuída em contabilidade, como o *blockchain*. Essa lei foi revisitada da AMLA de outubro de 1997, explicando a inovação nas tecnologias de criptografia. Ela tem por objetivo, o monitoramento por meio de relatórios dos ativos físicos e digitais sobre a distribuição dos livros de transações das criptomoedas (Schweizerische, 2021). Dessa forma, o posicionamento e a evolução do ambiente de criptomoedas no país se dão pela forte exigência sobre os possíveis riscos e impactos no sistema interno.

O avanço dessas estruturas contribuiu para o crescimento da cidade de Zug, conhecida como “*Crypto Valley*”, que é o polo de pesquisas voltada para tecnologia em relação ao *blockchain*, atraindo desenvolvedores e empresas (Afzal & Asif, 2019). Para atrair esse público, a Austrália está seguindo a mesma tendência, fazendo com que as *FinTechs* tenham uma cobertura de risco maior (Yoo, 2017).

## 2.4 ANÁLISE

Considerando o desenvolvimento dos aspectos regulatórios dos países analisados, é possível identificar alguns pontos semelhantes. Os principais pontos,

referem-se à proteção ao usuário e ao desenvolvimento das *exchanges*, sendo itens importantes para a evolução da regulação no Brasil, como é possível observar na Figura 1.

| <b>País</b>    | <b>Orientações</b>                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>Proteção</b>                                                                                              | <b><i>Exchanges</i></b>                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Japão          | i) obtenção dos direitos e regulamentos transferíveis registrados eletronicamente; ii) introdução de regulamentos das transações derivadas de criptoativos e; iii) introdução de regulamentos que regem atos ilícitos das transações de criptoativos ou suas derivadas. | i) revisão do termo moeda virtual para criptoativos e ii) refinamento da regulação dos serviços de custódia. | i) compra ou venda de criptoativos ou trocas de criptoativos por outros; ii) intermediador, corretor ou delegação para os atos do item 1; iii) gerenciamento do dinheiro dos usuários com as transações dos itens 1 e 2 e; iv) gerenciamento dos criptoativos dos usuários. |
| Estados Unidos | i) educação do consumidor; ii) fornecimento de regulamento antifraude e manipulação; iii) coleta de informações e dados por meio de inteligência de mercado; iv) cumprimento da lei e; v) coordenar com o governo sobre o tema com os reguladores federais.             | seguir as diretrizes da AMLA e KYC, como identificar e relatar atividade ilícitas.                           | oferecer negociação de contratos futuros de criptomoedas e registrar no CTFC para cumprir as regulamentações.                                                                                                                                                               |
| Austrália      | promover a inovação e facilitar o desenvolvimento de produtos e serviços financeiros, que também estavam relacionados às tecnologias envolvendo <i>blockchain</i> e criptomoedas.                                                                                       | seguir as diretrizes da AUSTRAC, AMLA e CTF, como identificar e relatar atividade ilícitas.                  | oferecer estrutura operacional para os usuários que transacionam criptomoedas                                                                                                                                                                                               |

|       |                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Suíça | possuir um ambiente regulatório progressista com sua estabilidade política e econômica, tornando-se um centro global para empresas e projetos relacionados ao <i>blockchain</i> e criptomoedas. | seguir as diretrizes da FINMA, AMLA e DTL, como identificar e relatar atividade ilícitas e seguir o código penal do país. | ter licenças pela FINMA para realizar transações de pagamento, verificação e identificação do proprietário, mitigação de riscos por meio de estratégias e relatar suspeita de atividades ilícitas ao Money Laundering Reporting Office of Switzerland (MROs). |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Figura 1: Análise dos principais pontos da regulamentação de criptomoedas no Japão, Estados Unidos, Austrália e Suíça.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 1, a proteção ao usuário é exemplificada como no caso do Japão, o qual é exposto pela revisão do termo moeda virtual para criptoativos e este abrange diferentes criptomoedas e *tokens*. Outro ponto específico do país, se dá pela preferência de manter os fundos dos usuários em carteiras conhecidas como “*cold wallets*”.

Já os EUA, Austrália e Suíça possuem diretrizes internas como as leis da AMLA, CTF e DLT, bem como o desenvolvimento da KYC, a qual tem por objetivo, a identificação de qualquer atividade ilícita, devendo ser relatada imediatamente ao seu devido órgão responsável para solucionar o tratamento interno.

Sobre os pontos das *exchanges*, é importante observar o registro em algum órgão competente, garantindo assim, uma estrutura de transação de criptomoedas considerável. Na Suíça, por exemplo, para realizar essas transações é necessário ter uma licença válida pela FINMA e a *exchange* também é responsável por relatar atividades ilícitas para o MRO.

Essas medidas e diretrizes buscam proteger os usuários, combater atividades ilícitas e estabelecer uma estrutura regulatória sólida para o funcionamento seguro

das *exchanges* de criptomoedas em cada país. Cada um deles, adaptaram sua regulamentação com base em suas necessidades específicas e características legais.

Desta maneira, as diferenças entre a legislação brasileira e os países analisados são: i) terminologia de moeda virtual e ativos virtuais, ii) posicionamento de diversos órgãos reguladores; iii) desenvolvimento das *exchanges*, e iv) grupos de estudos com desenvolvimento da regulação no país. Estes são os principais pontos de recomendação discutidos na próxima seção.

## 2.5 RECOMENDAÇÕES

De acordo com os pontos que foram identificados na seção anterior, o Brasil pode avançar nas questões de proteção dos usuários e regulamentação das *exchanges*, desenvolvendo um arcabouço regulatório mais robusto e eficaz para garantir a segurança, transparência e confiança do mercado de criptomoedas.

Sendo assim, a primeira recomendação, se dá pelo desenvolvimento das *exchanges*. Elas precisam ser registradas e licenciadas em um órgão responsável para realizar as transações de criptomoedas, tendo como diretriz o relato de atividades ilícitas, assim como os usuários, utilizando as mesmas práticas do KYC. Para realizar sua implantação, será necessário destinar a um órgão específico para que haja o registro e licenciamento da *exchange* no país, como a FINMA na Suíça ou a AUSTRAC na Austrália. Após isso, este órgão responsável poderá exigir informações básicas dos usuários e das *exchanges*, necessárias para garantir as transações de compra e venda de criptoativos.

Iwashita (2019) aborda sobre a importância da aplicação do procedimento do KYC no Japão em 2017, o que gerou um desenvolvimento bastante significativo no

processo de verificação da identidade dos clientes, contribuindo para adoção deste método em outros países.

Outro ponto de desenvolvimento das *exchanges*, é o direcionamento de estratégias para mitigar riscos com o intuito de proteção aos usuários, garantindo o gerenciamento do dinheiro e das transações que acontecem em sua conta.

A segunda recomendação, é a revisão do termo ativos virtuais para criptoativos para ter uma definição mais abrangente e precisa, incluindo diversos tipos de ativos digitais como as criptomoedas, *tokens* e *stablecoins*, como acontece no Japão. Este fato permite que as regulamentações sejam mais adequadas a cada categoria de ativo, promovendo um ambiente regulatório mais eficaz e mais ágil na adaptação de regras à medida que haja o surgimento de novos tipos de ativos digitais.

A terceira recomendação, é uma sugestão ao BACEN sobre as diretrizes em que os usuários possam relatar possíveis atividades ilícitas envolvendo criptomoedas. Esse relato, seria de extrema importância para garantir maior segurança aos usuários. O BACEN, responsável por acompanhar esse registro e licenciamento das *exchanges* no país, poderá exigir relatórios dos usuários e empresas que transacionam criptomoedas, como acontece nos EUA e Suíça.

No caso do relato de atividades ilícitas e seguindo o modelo dos EUA, Chaiwut (2023) menciona que o governo precisa implementar políticas públicas e alterar todas as leis que tratam sobre o tema, bem como solicitar a cooperação das instituições financeiras para investigar e denunciar atividades ilegais.

A quarta recomendação é uma proposta da criação de uma secretaria especial para o BACEN, que teria por intuito trazer agentes especializados em criptomoedas, e não somente em competências de ativos convencionais. Com isso, é possível desenvolver medidas para evitar fraudes e esquema de pirâmide garantindo uma

maior proteção ao consumidor. Outro ponto é o estímulo à inovação, onde os agentes especializados podem garantir que os novos produtos e serviços estejam em conformidade com as normas vigentes.

Assim, como o Japão e os Estados Unidos, o Brasil pode pensar em desenvolver um grupo de estudos junto ao BACEN, para avaliar eficiência e adequação das medidas regulatórias. Esse grupo ajudaria a desenvolver uma série de medidas, garantindo um melhor desenvolvimento da regulamentação no país. Neste caso, o modelo da Suíça é um exemplo para se seguir. Em 2021, foi divulgada uma edição do *Crypto Assets Study* trazendo a visão geral do estado atual e do desenvolvimento do ecossistema das criptomoedas. (Ankenbrand et al., 2021).

Logo, os principais pontos que o Brasil pode começar a explorar, envolvem a proteção dos usuários aos crimes de financiamento ao terrorismo e lavagem de dinheiro, tendo por objetivo a redução dessas práticas criminosas, e o desenvolvimento das *exchanges* e suas devidas transações, as quais podem contribuir para evitar essas atividades ilícitas, garantindo um melhor crescimento para o país.

## **CAPÍTULO 3**

### **3 O PAPEL DOS INDICADORES TÉCNICOS NA PREVISÃO DE PERÍODOS DE BAIXA E ALTA INCERTEZA NO BITCOIN**

#### **RESUMO**

Utilizando o modelo de Markov e os testes relacionados ao  $R^2$  para medir as incertezas no mercado de bitcoin (BTC), esse estudo objetiva examinar os períodos de alta e baixa incerteza por meio de 14 preditores técnicos definidos com base na pesquisa de Neely et al. (2014). Esta pesquisa também apresenta a motivação do presente trabalho que decorre da utilização dos preditores técnicos que são relevantes para trazer uma análise mais consistente e menos enviesada do que o mercado pode apresentar. O período delimitado para a pesquisa inicia-se em 2011 e termina em 2023, utilizando o BTC como ativo de referência. Esse trabalho encontrou evidências de que é possível identificar períodos de alta e baixa incerteza utilizando 2 das 3 estratégias dos preditores técnicos realizados, consequentemente indicando o volume e o comparativo entre meses com os melhores indicadores do que a média móvel tradicional. Isso sugere que em períodos de alta incerteza os indicadores são menos eficazes do que em períodos de baixa incerteza, oferecendo, assim, uma maior proteção do capital empregado pelos investidores. Este resultado demonstra um desempenho melhor em períodos de baixa incerteza financeira e um fraco desempenho de previsão em períodos de alta incerteza. Essa pesquisa se complementa com o estudo de Fernández et al. (2023), que utilizam os mesmos indicadores técnicos no mercado tradicional, trazendo resultados em períodos de baixa incerteza como melhor modelo preditivo.

**Palavras-chave:** criptomoedas, bitcoin, baixa e alta incerteza, Markov.

### 3.1 INTRODUÇÃO

Na última década, o mercado de criptomoedas teve um crescimento considerável em seu valor negociado, ativos digitais disponíveis e volume de transações. Os criptoativos estão sujeitos a uma maior volatilidade, risco e retorno do que os ativos tradicionais (Ji et al. 2019; Chaim & Laurini, 2019). Devido a essa maior oscilação no preço, torna-se ainda mais importante analisar períodos de baixa e alta incertezas por meio dos preditores técnicos.

O objetivo do presente estudo é examinar os períodos de alta e baixa incerteza do bitcoin por meio de 14 preditores técnicos definidos como observado na pesquisa de Neely et al. (2014). Os períodos de alta e baixa incerteza se definem por:  $BTC - E(BTC) > 0$ , onde BTC é o preço do bitcoin na função logarítmica, e o  $E(BTC)$  é a média do BTC ao longo do tempo. Com isso, quando esta relação for maior do que 0, é considerado um período de alta incerteza, e quando for menor ou igual a 0, é um período de baixa incerteza.

Os estudos anteriores de Colon e Kim (2021) concluíram que o mercado de criptomoedas pode servir como um forte *hedge* contra riscos geopolíticos e de maneira não tão eficaz como *hedge* às incertezas políticas e econômicas durante a alta do mercado, reagindo assim às suas incertezas. Antonakakis et al. (2019) também concluem sobre os períodos de alta (baixa) incerteza do mercado de criptomoedas que correspondem a forte (fraca) conectividade, associando a esta incerteza os períodos de alta volatilidade nos preços.

Nesse sentido, Yen e Cheng (2021) investigaram as mudanças de *Economic Policy Uncertaintys (EPUs)* para previsão de volatilidade das criptomoedas em



diferentes países, encontrando efeitos negativos apenas no mercado chinês. Resultado semelhante ao observado por Haq et al. (2021), que concluem que as criptomoedas possuem padrões de conexões mistos em relação às EPU's nacionais. Sendo assim, a capacidade de mitigação de risco dos criptoativos não é constante, variando, por exemplo, entre os países.

O estado atual de conhecimento da literatura presente sobre criptomoedas, comprova a identificação de períodos de alta e baixa incertezas sobre os respectivos mercados. Por outro lado, outros estudos apresentam preditores técnicos para o mercado de ações. Fernández et al. (2023), por exemplo, examinaram a importância de prever períodos de alta e baixa incerteza financeira sobre os retornos do mercado de ações com os seguintes preditores técnicos: *Moving Average (MA)*, *Month-over-Month (MOM)* e *Volume (VOL)*. Os autores sugerem que os preditores técnicos são mais assertivos em baixa incerteza financeira e devem ser evitados em alta incerteza, pois apresentam um desempenho fraco. Outros artigos como Campbell e Thompson (2008), Cochrane (2008), Neely et al. (2014), Rapach et al. (2010) e Rapach et al. (2016) sugerem que os retornos das ações são previsíveis com base em uma série de preditores fundamentais.

Desse modo, o objetivo dessa pesquisa é examinar os períodos de alta e baixa incerteza por meio de 14 preditores técnicos do mercado tradicional em relação ao bitcoin, buscando identificar o melhor indicador técnico para ser observado durante esses regimes. Para isso, foi utilizado a metodologia do *Markov Switching (MS)* e a previsão de volatilidade. A metodologia de MS destaca que o preço futuro e comportamento do BTC são influenciados principalmente pelo estado atual do mercado, sem uma forte dependência dos movimentos anteriores. Já a previsão de volatilidade examina com maior precisão o grau de baixa ou alta incerteza do mercado.

A motivação da pesquisa busca entender se é possível identificar os períodos de alta e baixa incerteza e aprofundar o entendimento sobre como o BTC se comporta durante esses períodos. Sendo assim, este trabalho levanta o seguinte problema de pesquisa: é possível identificar períodos de alta e baixa incerteza utilizando os indicadores técnicos no bitcoin?

Os resultados encontrados no presente estudo demonstram que há indicadores mais eficazes em avaliar nos períodos de baixa incerteza um melhor desempenho em relação aos preditores médios históricos, sugerindo que há insegurança relacionada ao bitcoin no mercado, observando um aumento durante os períodos de alta incerteza, o que influencia as estratégias de busca de tendência. O entendimento e previsibilidade do mercado se tornam mais robustos quando utilizados melhores indicadores técnicos como observados nos resultados da pesquisa, sugerindo o uso desses indicadores como ferramenta de contribuição para o mercado.

## 3.2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 3.2.1 Preditores técnicos

Os indicadores técnicos foram selecionados de acordo com a pesquisa de Neely et al. (2014) com objetivo de capturar diferentes tipos de informações relevantes para a previsão do prêmio de risco patrimonial, como as variáveis macroeconômicas e seus indicadores.

Posto isso, as três estratégias populares foram baseadas no acompanhamento das tendências. A primeira é a MA, que considera um conjunto de dados durante um intervalo específico, ajustando-se progressivamente no decorrer do tempo conforme o período avança, e explica a importância do entendimento sobre o sinal de compra

ou venda, sendo  $S_{i,t} = 1$  (compra) ou  $S_{i,t} = 0$  (venda), respectivamente, e a comparação das duas MAs identificada como  $t$ . Sendo assim, Neely et al. (2014) apontam:

$$S_{i,t} = \{1 \text{ se } MA_{s,t} \geq MA_{l,t}, 0 \text{ se } MA_{s,t} < MA_{l,t},$$

onde,

$$MA_{j,t} = \left(\frac{1}{j}\right) \sum_{i=0}^{j-1} P_{t-i} \text{ para } j = s, l.$$

Considerando  $P_t$  como o índice de preço das ações, neste estudo este índice se exemplifica pelo valor do bitcoin, considerado valor de referência na pesquisa. O indicador é denotado como MA ( $s, l$ ), onde  $s$  é a distância das MAs de curto prazo e  $l$  de longo prazo. Essa escolha foi pela função das MAs de curto prazo serem mais sensíveis aos movimentos do preço do que as MAs de longo prazo. Assim, como o estudo de Neely et al. (2014) e Fernández et al. (2023), os dados foram considerados de forma mensal e as MAs utilizadas quando  $s = 1, 2, 3$  e  $l = 9, 12$ .

A segunda estratégia, de acordo com Neely et al. (2014), é baseada no ímpeto como:

$$S_{i,t} = \{1 \text{ se } P_t \geq P_{t-m}, 0 \text{ se } P_t < P_{t-m}.$$

O nível  $m$  representa a análise comparativa dos meses avaliados, identificado como MOM, quando comparado ao valor do período atual ( $P_t$ ) com o valor de um período passado ( $P_{t-m}$ ), onde  $m = 9, 12$ . A expectativa de gerar um impulso positivo e retornos em excessos esperados podem desencadear um sinal de compra, onde  $S_{i,t} \geq 1$ .

A terceira estratégia é definida por Neely et al. (2014), como:

$$OBV_t = \sum_{k=1}^t VOL_k D_k,$$

onde,  $VOL_k$  é uma medida do volume de negociação durante o período  $k$  e  $D_k$  uma variável assumindo o valor de 1 se  $P_k - P_{k-1} \geq 0$  e -1, caso contrário. Dessa forma é possível obter o sinal de negociação de  $OBV_t$  como:

$$S_{i,t} = \{1 \text{ se } MA_{s,t}^{OBV} \geq MA_{l,t}^{OBV}, 0 \text{ se } MA_{s,t}^{OBV} < MA_{l,t}^{OBV},$$

onde,

$$MA_{j,t}^{OBV} = \left(\frac{1}{j}\right) \sum_{i=0}^{j-1} OBV_{t-i} \text{ para } j = s, l.$$

Portanto, o indicador VOL considera  $s = 1, 2, 3$  e  $l = 9, 12$ , assim como das MAs. Uma inferência possível de análise é quando o volume recente aumenta em conjunto com os preços do ativo, mostrando uma forte tendência do mercado para um sinal de compra.

Os indicadores técnicos como MA, MOM e VOL são representativos em questões de tendências técnicas e são analisados em literaturas acadêmicas, podendo ser observado em Sullivan et al. (1999).

### 3.2.2 Análise técnica

Os indicadores técnicos estão sendo desenvolvidos por meio da utilização de algoritmos para uma melhor previsibilidade do mercado, principalmente no mercado de ações. Como os dados ficam disponíveis em forma de séries temporais, a aplicabilidade de regressão linear se torna mais utilizável (Shynkevich et al., 2017). Já Patel et al. (2015) usaram quatro modelos de previsão de ações através de rede neural artificial.

Existem diversos indicadores técnicos no mercado, como os relacionados às tendências, no caso das médias móveis, osciladores baseados em MAs e *Stop and Reverse*. Os indicadores relacionados ao *momentum*, se dão pelo estocástico, oscilador de momento e força relativa. E os indicadores de volatilidade, como as bandas de *bollinger* e índice de volatilidade CBOE (Sakhare & Shaik, 2022).

No caso das MAs, calculada neste estudo, a principal regra é identificar dois valores calculados utilizando os preços de fechamento diários das ações, comparando uma MA de curto prazo e outra de longo prazo. Um sinal de compra é determinado quando a MA de curto prazo for maior do que a de longo prazo. Por outro lado, um sinal de venda é gerado quando a MA de curto prazo for menor do que a de longo prazo (Brown & Pelosi, 2019).

A MA, utiliza dados de séries temporais para refletir o preço das ações com base em diferentes configurações de parâmetros e mostra as flutuações de curto prazo no mercado de ações, bem como a tendência de longo prazo das ações (Kuo & Chou, 2021).

Algumas pesquisas são concentradas no uso das MAs em mercados específicos, no caso de países emergentes. Os autores, da Costa et al. (2015) aplicam essas pesquisas no mercado de ações de Barzilian. Já Hung e Zhaojun (2014), as praticam no mercado de ações do Vietnã, e Tharavanij et al. (2015) no mercado de ações no sudeste da Ásia.

### **3.2.3 Períodos de incertezas**

Cheema e Laurini (2019), investigaram o impacto das EPU's na previsão dos retornos de criptomoedas em países com maiores *nodes* de bitcoin no mundo, concluindo que existe uma capacidade preditiva em períodos de curto prazo (1 mês) e em longo prazo (6 e 12 meses). Haq et al. (2021) analisam os períodos de alta incerteza, onde os investidores buscam encontrar estratégias adequadas criando condições favoráveis para aplicar o dinheiro.

Sobre a questão das análises dos EPU's no mercado de criptomoedas, os estudos realizados utilizam uma EPU como variável dependente comparando com as

demais criptomoedas, porém em determinados momentos apresentam uma relação positiva e outra negativa, como foi o caso de Kyriazis (2021), Yu et al. (2019) e Balcilar et al. (2017).

Outros pontos relevantes para a avaliação das incertezas, são o preço e volume de negociação dos criptoativos, como é abordado por Bouri et al. (2017), sendo os efeitos das incertezas determinantes para o direcionamento do mercado em relação aos retornos analisados das criptomoedas (Ji et al. 2021). Em função das incertezas geradas, os retornos do bitcoin podem estar relacionados negativamente na política comercial, fazendo com que os investidores tenham maior atração para o mercado tradicional (Gozgor et al., 2019).

Em relação a atenção ao investidor, revelam que os impactos do sentimento e notícias no bitcoin, ethereum e litecoin são influenciados pelo desempenho destas criptomoedas (Lin, 2021). Da mesma forma, a volatilidade do retorno e o volume de negociação do bitcoin são influenciados pelas emoções (Ahn & Kim, 2021). Essas investigações sugerem que o comportamento dos investidores e as reações aos eventos externos são elementos de extrema importância que direcionam a dinâmica dessas criptomoedas no mercado.

Alguns autores trazem um debate importante sobre o bitcoin ser considerado como um *hedge* ou não. Por exemplo, nas análises de Colon Kim (2021), Paule-Vianez et al. (2020) e Fang et al. (2019), que abordam sobre incertezas das EPU's no mercado de criptomoedas, consideram como *hedge* ou porto seguro os criptoativos em períodos específicos. Por outro lado, Hassan et al.(2021) e Cheema et al. (2020) opinam e analisam de forma distinta o tema. Portanto, como fonte de exploração, Lucey et al. (2022) propõem uma investigação mais profunda sobre as questões de incertezas nas criptomoedas.

Logo, a necessidade de estudar as inseguranças do bitcoin no período de alta e baixa incertezas se torna fundamental, utilizando o BTC como o ativo de referência e considerando os indicadores de MA, MOM e VOL, que por sua vez mostram que os estudos históricos baseiam-se em sua grande maioria em índices de mercado.

### 3.3 METODOLOGIA

#### 3.3.1 Amostra, tratamento de dados e abordagem metodológica

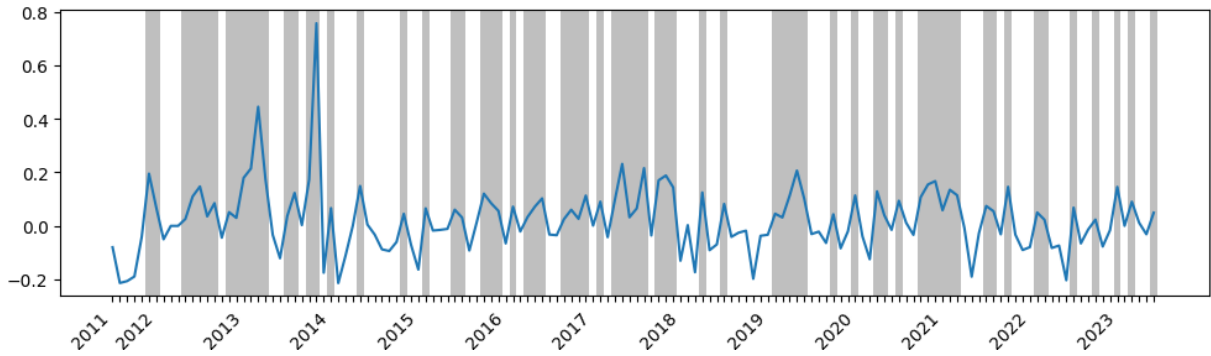
Os estudos realizados são utilizados a partir da coleta dos dados numéricos disponíveis e quantificados através da amostra proposta. Por conseguinte, trata-se de uma pesquisa quantitativa e descritiva.

Os dados foram coletados no endereço eletrônico do *Investing* (<https://br.investing.com/>), utilizando os valores negociados em dólar. O período selecionado foi de julho de 2011 a junho de 2023 totalizando 144 meses.

O bitcoin é considerado no estudo como a moeda referência em função da sua representatividade no mercado das criptomoedas, que está relacionado com o dólar americano (USD) no índice *investing.com*, não possuindo um preço de fechamento diário. Com isso, o preço do BTC é atualizado em tempo real com base nas negociações realizadas em diferentes plataformas e *exchanges* ao redor do mundo, sendo considerado o valor mais recente pelo qual um comprador e um vendedor transacionam um bitcoin por um dólar americano.

A primeira medida simples conhecida como *baseline* demonstra os períodos de alta e baixa incerteza quando o retorno mensal do BTC fica acima ou abaixo da sua média, ou seja, quando  $BTC - E(BTC) > 0$  é considerado alta incerteza. É possível observar esses períodos no Gráfico 1, onde 49% da amostra refere-se como alta incerteza.

GRÁFICO 1 – PERÍODOS DE ALTA E BAIXA INCERTEZA NO BTC.



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Os maiores períodos de alta incerteza são considerados durante 2012-2013, 2016-2017-2018 e 2019-2020-2021. Alguns fatos relevantes aconteceram nessas épocas como o 1º *halving* em novembro de 2012, o 2º *halving* em julho de 2016 e o 3º *halving* em maio de 2020, sendo estes apresentados no próximo capítulo desta pesquisa. A questão do aumento do tamanho dos blocos, que resultou no *hard fork* em 2017, contribuiu para as incertezas, e o debate sobre a implementação do *Segregated Witness* (SegWit), também no ano de 2017, levou a criação do *Bitcoin Cash*.

### 3.3.2 Teste de *Markov switching model*

O modelo de *Markov Switching* (MS) foi considerado para detectar períodos de alta e baixa incerteza. Suponha-se que o bitcoin segue uma cadeia de Markov de primeira ordem com dois regimes: o regime de alta incerteza e o de baixa incerteza. Sendo  $\Delta BTC = \log(BTC_t / BTC_{t-1})$  como a série temporal da diferença logarítmica da variável da incerteza, considerada o seguinte modelo:

$$\Delta BTC_t = \mu_{k_t} + \varepsilon_t, \varepsilon_t \sim N(0, \sigma_{k_t}^2) \quad (1)$$

Supondo que a variável incerteza do modelo (1) tenha uma média dependente do regime,  $\mu_{k_t}$  e uma volatilidade dependente do regime  $\sigma_{k_t}$ . A variável  $k_t \in \{0, 1\}$  é



uma variável aleatória discreta que representa o regime no tempo  $t$  e assume-se que segue um processo Markov homogêneo de primeira ordem com matriz de probabilidade de transição fixa.

$$TP = \begin{bmatrix} tp^{00} P(k_t = 0 | k_{t-1} = 0) & 1 - tp^{11} \\ 1 - tp^{00} & tp^{11} P(k_t = 1 | k_{t-1} = 0) \end{bmatrix} \quad (2)$$

É considerado a forma funcional logística para as probabilidades:

$$tp^{11} = P(k_{t-1} = i) = \frac{\exp(\theta_i)}{1 + \exp(\theta_i)}, i = 0, 1 \quad (3)$$

Logo, o modelo MS com média variável no tempo e volatilidade descrita em (1) – (3), é chamado de MS-MV e o modelo que só muda na volatilidade é o MS-V.

### 3.3.3 Fator de regressão preditiva

Para cada um dos 14 preditores foi utilizado uma regressão preditiva:

$$r_t = \gamma_i + \lambda_i x_{i,t-1} + e_{it}, \quad (4)$$

onde,  $r_t$  é o retorno do BTC e  $x_{i,t}$  é uma das 14 variáveis de previsão. Primeiramente, é importante identificar os resultados da regressão para obter o coeficiente de estimação, a estatística significativa e o  $R^2$ . Após isso, para desvendar a utilidade das regressões em períodos de baixa e alta incerteza na amostra, usamos a estatística  $R^2$  segregada para a comparação entre a média do BTC e o período de volatilidade de MS-V, definido em:

$$R_c^2 = 1 - \frac{\sum_{t=1}^T I_t^c \hat{e}_{it}^2}{\sum_{t=1}^T I_t^c (r_t - \hat{r}_t)^2}, \quad (5)$$

onde,  $c = \text{low uncertainty (LU)}$  e  $\text{heightened uncertainty (HU)}$ . É possível que o  $R_c^2$  segregado seja negativo com a tentativa de capturar momentos positivos e negativos de incerteza.

### 3.3.4 Fora da amostra

Uma das críticas referente à estrutura (4), é por esse modelo não auxiliar um agente de mercado a tomar decisões em tempo eficaz, dificultando aos investidores os momentos de entrada ou saída daquela determinada operação (Welch & Goyal, 2008).

Os resultados chamados de “fora da amostra” levam em consideração as previsões na estrutura de regressão preditiva em (6) e são comparados com os erros quadráticos médios da previsão com a média histórica estimada em (7), sendo o maior ponto de atenção dos resultados encontrados (4) também persistirem fora da amostra, como é visto abaixo:

$$\hat{r}_t = \hat{\gamma}_i + \hat{\lambda}_i x_{i,t-1} \quad (6)$$

$$\hat{r}_t^{HA} = \frac{1}{t} \sum_{i=1}^t r_j \quad (7)$$

onde,  $\hat{r}_t^{HA}$  leva em consideração o retorno ( $\hat{r}_t$ ) do BTC das médias históricas, conhecidas como *historical average* (HA).

Esta comparação entre a previsão da regressão preditiva e a média histórica pode ser resumida usando o método fora da amostra, seguindo a estrutura de Campbell e Thompson (2008).

$$R_{OS}^2 = 1 - \frac{\sum (r_t - \hat{r}_{i,t})^2}{\sum (r_t - \hat{r}_t^{HA})^2} \quad (8)$$

$$R_{OS}^2(c) = 1 - \frac{\sum (r_t - \hat{r}_{i,t})^{2I_t^c}}{\sum (r_t - \hat{r}_t^{HA})^{2I_t^c}} \quad (9)$$

É considerado  $R_{OS}^2(LU)$  para baixa incerteza e  $R_{OS}^2(HU)$  para alta incerteza. O retorno real é o  $r_t$  e  $\hat{r}_{i,t}$  a previsão da estrutura de regressão preditiva como em (6) e  $\hat{r}_t^{HA}$  a previsão da média histórica.

Outro teste para comparar se os  $R_{OS}^2$  produzam uma previsão superior em comparação à média histórica em tempos de certezas elevadas, é analisado pelo Clark e West (2007), onde a hipótese nula é  $R_{OS}^2 \leq 0$  e a alternativa é  $R_{OS}^2 > 0$ .

### 3.3.5 Previsão de volatilidade

A volatilidade realizada mensal é utilizada como uma *proxy* para a atual. A volatilidade realizada para o mês  $t$  é calculada como a raiz quadrada da soma dos retornos diários ao quadrado

$$RV_t = \sqrt{\sum_{j=1}^{n_t} r_{j,t}^2} \quad (10)$$

onde,  $r_{j,t}$  é o retorno do  $j^o$  dia de negociação no mês  $t$  e  $nt$  denota o número de dias de negociação durante o mês  $t$ .

As previsões de volatilidade são obtidas usando a *Exponentially Weighted Moving Average (EWMA)* introduzida por Morgan e Reuters (1996). Sendo dada por:

$$\hat{\sigma}_{i,t} = \sqrt{w\hat{\sigma}_{i,t-1}^2 + (1-w)\hat{e}_{i,t}^2} \quad (11)$$

onde,  $\hat{e}_{i,t}$  é o resíduo ajustado de (4) usando janelas rolantes de 144 observações. O parâmetro  $w \in \{0, 1\}$  é o chamado “fator de decaimento”, que reflete como o impacto de observações passadas decai durante a previsão  $\hat{\sigma}_{i,t}$ . Desse modo, a observação mais recente tem o maior impacto e decai exponencialmente para observações anteriores. O fator de decaimento ideal é estimado para cada indivíduo, minimizando o *Heteroskedasticity Adjusted Mean Absolute Error (HMAE)*:

$$HMAE = \frac{1}{M} \sum_{t=1}^M \left| 1 - \frac{RV_t^2}{\hat{\sigma}_t^2} \right| \quad (12)$$

onde,  $M$  é o tamanho fora da amostra.

Para realizar a precisão da previsão da volatilidade, foi utilizado a mesma medida de Campbell e Thompson (2008) da seção anterior. Dessa forma,

$$PEV = 1 - \frac{\sum_{t=1}^M (RV_t - \hat{\sigma}_{i,t})^2}{\sum_{t=1}^M (RV_t - \underline{RV}_t)^2} \quad (13)$$

demonstra que  $RV_t$  é o valor da volatilidade mensal realizada fora do período amostral e  $\underline{RV}_t$  é o somatório do valor médio da volatilidade mensal dado o período fora da amostra (M).

Com isso, a medida de *Proportion of Explained Variability (PEV)* compara a soma dos erros quadrados das previsões com a variação da volatilidade realizada. Os valores mais altos de PEV correspondem às previsões mais precisas, sendo o PEV mais próximo de 1 para pequenos erros de previsão.

É possível observar a PEV nos períodos de alta e baixa incerteza:

$$PEV = 1 - \frac{\sum_{t=1}^M (RV_t - \hat{\sigma}_{i,t})^2 I_t^c}{\sum_{t=1}^M (RV_t - \underline{RV}_t)^2 I_t^c} \quad (14)$$

Por fim, é importante destacar que independentemente do método utilizado, os períodos de alta e baixa incerteza são sempre definidos quando  $BTC - E(BTC) > 0$ , sendo considerado alta incerteza e quando menor que 0, como baixa incerteza.

## 3.4 ANÁLISE

### 3.4.1 Estatística descritiva

Inicialmente foi gerada uma estatística descritiva para entender os valores do BTC e os preditores técnicos analisados, considerando um total de 144 meses. Contudo, o teste de Skew apresentado na Tabela 1 sugere que os dados têm distribuição simétrica à direita, pois seu valor é positivo indicando que há valores se afastando do centro.

O teste Skew está associado às assimetrias das observações, onde se o valor for próximo de 0, indica que a distribuição é aproximadamente simétrica. O valor sendo positivo, indica que a cauda da distribuição tende a ser mais longa no lado direito, ou seja, existem poucos indícios para garantir o grau de incerteza ou indícios de incerteza no período de alta. Já o valor sendo negativo, demonstra que a cauda da distribuição tende a ser mais longa no lado esquerdo, ou seja, há indícios que a incerteza está associada ao período de baixa e concentra uma maior estabilidade em alta incerteza.

**TABELA 1 – ESTATÍSTICA DESCRITIVA.**

| <b>Preditores</b> | <b>Média</b> | <b>Máximo</b> | <b>Mínimo</b> | <b>Desvio Padrão</b> | <b>Skew</b> |
|-------------------|--------------|---------------|---------------|----------------------|-------------|
| BTC               | 0.023        | 0.757         | -0.214        | 0.122                | 0.000       |
| MA(1,9)           | 0.611        | 1             | 0             | 0.489                | 0.025       |
| MA(1,12)          | 0.646        | 1             | 0             | 0.480                | 0.004       |
| MA(2,9)           | 0.611        | 1             | 0             | 0.489                | 0.025       |
| MA(2,12)          | 0.660        | 1             | 0             | 0.475                | 0.001       |
| MA(3,9)           | 0.611        | 1             | 0             | 0.489                | 0.025       |
| MA(3,12)          | 0.646        | 1             | 0             | 0.480                | 0.004       |
| MOM(9)            | 0.979        | 1             | 0             | 0.143                | 0.000       |
| MOM(12)           | 0.951        | 1             | 0             | 0.216                | 0.000       |
| VOL(1,9)          | 0.368        | 1             | 0             | 0.484                | 0.008       |
| VOL(1,12)         | 0.375        | 1             | 0             | 0.486                | 0.012       |
| VOL(2,9)          | 0.396        | 1             | 0             | 0.491                | 0.035       |
| VOL(2,12)         | 0.403        | 1             | 0             | 0.492                | 0.049       |
| VOL(3,9)          | 0.410        | 1             | 0             | 0.493                | 0.067       |
| VOL(3,12)         | 0.417        | 1             | 0             | 0.495                | 0.090       |

Fonte: Elaborado pelo autor.

É importante destacar, que os valores mínimos e máximos dos preditores técnicos, seguindo o que foi abordado na metodologia, ficam definidos entre os valores de 0 e 1.

### **3.4.2 Teste de *Markov Switching model***

Seguindo as etapas abordadas na metodologia, o primeiro teste a ser gerado é o de MS-MV e o MS-V. O resultado de MS-MV apresenta a referência tanto na média

quanto na variância, ou seja, em regime de alta volatilidade, a variância das flutuações pode ser maior e no regime de baixa volatilidade, a variância é menor. Já o teste de MS-V considera apenas a mudança na variância. Consequentemente, a média permanece constante, porém o comportamento da série temporal pode ter diferentes regimes em termos de volatilidade.

Na Tabela 2, a segunda coluna apresenta as estimativas deste modelo. O modelo identifica um regime com menor média de incerteza ( $\mu_0 = 0.0123$ ) e menor variância ( $\sigma^2_0 = 0.0094$ ), e um regime com maior média de incerteza ( $\mu_1 = 0.3090$ ) e maior variância ( $\sigma^2_1 = 0.0749$ ). Como a média em cada regime não é significativamente diferente de 0, pode-se assumir que  $\mu_0 = \mu_1$ . Ou seja, o modelo é examinado quando muda apenas na volatilidade, conforme a terceira coluna.

**TABELA 2 – PARÂMETROS DE ESTIMAÇÃO DOS MODELOS MARKOV-SWITCHING.**

| <b><math>\Delta\text{BTC}</math></b> |                      |  |                      |
|--------------------------------------|----------------------|--|----------------------|
| <b>Resultados</b>                    | <b>MS-MV</b>         |  | <b>MS-V</b>          |
| $\mu_0$                              | 0.0123<br>(0.149)    |  | 0.0147<br>(0.081)    |
| $\mu_1$                              | 0.3090<br>(0.143)    |  | 0.6024***<br>(0.000) |
| $\sigma^2_0$                         | 0.0094***<br>(0.000) |  | 0.0100***<br>(0.000) |
| $\sigma^2_1$                         | 0.0749<br>(0.188)    |  |                      |
| $\theta_0$                           | 0.9804***<br>(0.000) |  | 0.9861***<br>(0.000) |
| $\theta_1$                           | 0.5443<br>(0.133)    |  | 1.0000***<br>(0.000) |
| LL                                   | 117.461              |  | 116.778              |
| AIC                                  | -222.922             |  | -223.555             |
| BIC                                  | -205.103             |  | -208.706             |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: \*\*\* p-valor < .01, \*\* p-valor < .05, \* p-valor < .1.

O *Likelihood Ratio Test (LRT)* serve para testar se a mudança na média é significativa. Esta é calculada pelos valores que foram gerados na tabela 3 ( $117.461 - 116.778 = 0.683$ ) <  $\chi^2(1)$ , onde  $\chi^2(1)$  denota a estatística qui-quadrado com 1 grau de liberdade, assumindo que os indicadores são independentes e é um modelo

adequado para identificar os regimes. Portanto, é considerado o modelo MS-V para identificação de regimes.

### 3.4.3 Fator de regressão preditiva

A segunda etapa gera a regressão preditiva dentro da amostra completa, sugerindo que os preditores referentes as MAs e MOMs são estatisticamente significativos para as previsões. A Tabela 3 mostra esses resultados:

**TABELA 3 – RESULTADO DA ESTIMATIVA DE REGRESSÃO, NA AMOSTRA.**

| <b>Preditores</b> | $\lambda_i$ | $t_i$    | <b>R<sup>2</sup> (%)</b> |
|-------------------|-------------|----------|--------------------------|
| MA(1,9)           | 0.1009      | 5.290*** | 0.165                    |
| MA(1,12)          | 0.0639      | 3.106*** | 0.064                    |
| MA(2,9)           | 0.0531      | 2.604*** | 0.046                    |
| MA(2,12)          | 0.0603      | 2.890*** | 0.056                    |
| MA(3,9)           | 0.0512      | 2.508*** | 0.042                    |
| MA(3,12)          | 0.0466      | 2.231**  | 0.034                    |
| MOM(9)            | 0.1932      | 2.785*** | 0.052                    |
| MOM(12)           | 0.1117      | 2.410**  | 0.039                    |
| VOL(1,9)          | 0.0079      | 0.375    | 0.001                    |
| VOL(1,12)         | 0.0088      | 0.417    | 0.001                    |
| VOL(2,9)          | 0.0052      | 0.251    | 0.000                    |
| VOL(2,12)         | 0.0057      | 0.275    | 0.001                    |
| VOL(3,9)          | 0.0012      | 0.057    | 0.000                    |
| VOL(3,12)         | -0.0105     | -0.510   | 0.002                    |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: \*\*\* p-valor < .01, \*\* p-valor < .05, \* p-valor < .1.

onde,  $\lambda_i$  é o valor estimado por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), a estatística  $t_i$  verifica se os coeficientes estimados são estatisticamente significativos e  $R^2$  indica a proporção da variabilidade total nos dados de resposta que é explicada pela regressão.

Nota-se que o maior  $R^2$  é do preditor MA(1,9) significando que 16,5% da variabilidade observada do BTC pode ser explicada pelas variações desta variável. Já os VOLs não são significativos. Porém, é importante ter bastante cautela nas análises

devido às limitações do modelo, como a sensibilidade nas variações dos dados gerando resultados muito diferentes do que os aplicados.

Ainda dentro da segunda etapa, outro passo importante é apresentar o  $R^2$  segregado pela média do BTC e pelo teste de MS-V. Na Tabela 4 é possível observar pela média do BTC (segunda e terceira coluna), que os preditores técnicos referentes as MAs são maiores em HU do que em LU, mostrando uma maior capacidade de explicar a variação no regime de alta incerteza em comparação ao de baixa incerteza. Para os períodos de MOM e VOL essa capacidade de explicação funciona melhor em período de baixa incerteza. Nesta tabela, também é possível comparar a relevância dos  $R^2$  nos períodos de alta e baixa incerteza, sendo mais adequados valores maiores de  $R^2$  para previsibilidade do modelo analisado.

O mesmo resultado é gerado pelo método MS-V, com a exceção dos preditores MOM por possuírem uma melhor capacidade de explicar no regime de alta incerteza do que o de baixa incerteza.

**TABELA 4 – RESULTADO DA ESTIMATIVA DE REGRESSÃO - SEGREGADOS NA AMOSTRA.**

| Preditores | Média BTC    |              | MS-V         |              |
|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|            | $R^2$ LU (%) | $R^2$ HU (%) | $R^2$ LU (%) | $R^2$ HU (%) |
| MA(1,9)    | 0.316        | 0.889        | 0.141        | 0.896        |
| MA(1,12)   | 0.448        | 0.712        | 0.369        | 0.737        |
| MA(2,9)    | 0.497        | 0.685        | 0.430        | 0.714        |
| MA(2,12)   | 0.519        | 0.681        | 0.456        | 0.711        |
| MA(3,9)    | 0.575        | 0.644        | 0.523        | 0.678        |
| MA(3,12)   | 0.628        | 0.598        | 0.585        | 0.639        |
| MOM(9)     | 0.636        | 0.609        | 0.594        | 0.647        |
| MOM(12)    | 0.645        | 0.593        | 0.604        | 0.634        |
| VOL(1,9)   | 0.719        | 0.443        | 0.691        | 0.507        |
| VOL(1,12)  | 0.717        | 0.447        | 0.690        | 0.510        |
| VOL(2,9)   | 0.721        | 0.437        | 0.694        | 0.502        |
| VOL(2,12)  | 0.722        | 0.436        | 0.695        | 0.501        |
| VOL(3,9)   | 0.726        | 0.425        | 0.700        | 0.491        |
| VOL(3,12)  | 0.728        | 0.426        | 0.702        | 0.492        |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: \*\*\* p-valor < .01, \*\* p-valor < .05, \* p-valor < .1.



Essa vulnerabilidade de informação mostra para as MAs que o BTC é sensível a movimentos extremos ou de intensidade no mercado, sendo relevante identificar boas oportunidades em momentos de maior incerteza ou quando os preços estão mudando rapidamente. Analisando o VOL e o período de MOM as baixas incertezas são mais relevantes. Fato este, é explicado quando acontece os *halvings* do bitcoin, onde o preço do BTC aumenta consideravelmente e o volume negociado é reduzido.

### 3.4.4 Fora da amostra

A terceira etapa compara o  $R^2_{os}$  com o teste de Clark e West (CW) *stat*, onde o  $R^2_{os}$  positivo indica que a previsão da regressão preditiva supera a média histórica em termos de erro médio quadrado da previsão. O teste CW procura avaliar a existência de melhoria no ajuste do modelo em relação ao modelo constante (sem variáveis independentes) e se é estatisticamente significativa.

A expectativa de testar os resultados fora da amostra (*out-of-sample*) permite analisar na Tabela 5 que o desempenho dos preditores técnicos para toda amostra são significativos para as MAs e MOMs, com algumas exceções. Ou seja, os resultados gerados são mais significativos do que os valores passados como previsão.

**TABELA 5 – RESULTADOS FORA DA AMOSTRA - AMOSTRA COMPLETA.**

| Preditores | $R^2_{os}$ | CW-Stat  |
|------------|------------|----------|
| MA(1,9)    | 0.002      | 0.165*** |
| MA(1,12)   | -0.038     | 0.063*** |
| MA(2,9)    | 0.018      | 0.046*** |
| MA(2,12)   | -0.039     | 0.056*** |
| MA(3,9)    | 0.018      | 0.042*** |
| MA(3,12)   | -0.074     | 0.034**  |
| MOM(9)     | 0.032      | 0.052*** |
| MOM(12)    | 0.029      | 0.039**  |
| VOL(1,9)   | 0.032      | 0.001    |
| VOL(1,12)  | 0.054      | 0.001    |
| VOL(2,9)   | 0.037      | 0.000    |

|           |       |       |
|-----------|-------|-------|
| VOL(2,12) | 0.053 | 0.000 |
| VOL(3,9)  | 0.045 | 0.000 |
| VOL(3,12) | 0.032 | 0.002 |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: \*\*\* p-valor < .01, \*\* p-valor < .05, \* p-valor < .1.

Um fato importante é que os  $R^2_{os}$  começam a ser mais relevantes percentualmente do que nas MAs, embora não significativo. Logo, é importante verificar se esse comportamento acontece quando segregamos nos períodos de LU e HU.

Na Tabela 6, é possível comparar os períodos de LU e HU novamente para a média do BTC e do modelo MS-V em relação ao  $R^2_{os}$ , que são testados abaixo. Desta vez, os resultados começam a apresentar maior visibilidade em relação ao volume, visto que os preditores de MAs não são significativos em comparação ao VOL.

Isso indica que as medidas do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) *out-of-sample* para os tempos de baixa incerteza são todas positivas quando se trata dos indicadores MOMs e VOL, sugerindo que o modelo está tendo bom desempenho em prever períodos de baixa incerteza para esses preditores, considerando uma representatividade significativa.

**TABELA 6 – RESULTADOS FORA DA AMOSTRA - AMOSTRA SEGREGADA.**

| Preditores | Média BTC  |        | MS-V       |        |
|------------|------------|--------|------------|--------|
|            | $R^2_{os}$ | LU (%) | $R^2_{os}$ | HU (%) |
| MA(1,9)    | 0.000      | 0.028  | 0.000      | 0.028  |
| MA(1,12)   | -0.018     | -0.101 | -0.019     | -0.096 |
| MA(2,9)    | 0.006*     | -0.106 | 0.006*     | -0.101 |
| MA(2,12)   | -0.020     | -0.094 | -0.021     | -0.089 |
| MA(3,9)    | 0.007*     | -0.091 | 0.007*     | -0.086 |
| MA(3,12)   | -0.066     | -0.082 | -0.069     | -0.077 |
| MOM(9)     | 0.011***   | -0.095 | 0.012***   | -0.090 |
| MOM(12)    | 0.010***   | -0.097 | 0.011***   | -0.092 |
| VOL(1,9)   | 0.013***   | -0.073 | 0.014***   | -0.069 |
| VOL(1,12)  | 0.020***   | -0.074 | 0.020***   | -0.070 |
| VOL(2,9)   | 0.015***   | -0.073 | 0.015***   | -0.069 |
| VOL(2,12)  | 0.020***   | -0.073 | 0.020***   | -0.068 |

|           |          |        |          |        |
|-----------|----------|--------|----------|--------|
| VOL(3,9)  | 0.017*** | -0.072 | 0.018*** | -0.068 |
| VOL(3,12) | 0.013*** | -0.074 | 0.014*** | -0.069 |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: \*\*\* p-valor < .01, \*\* p-valor < .05, \* p-valor < .1.

Este resultado acontece para os dois modelos, tanto para a média do BTC quanto para o MS-V, mostrando uma eficácia de prever momentos em baixa incerteza para os indicadores de MOM e VOL, com uma base estatística mais sólida.

### 3.4.5 Previsão de volatilidade

Na última etapa, as colunas da Tabela 7 fornecem a precisão das previsões em tempos de incerteza baixa e incerteza elevada. Por conseguinte, o PEV (%) captura a percentagem de volatilidade explicada pelas previsões durante o período fora da amostra. O PEV LU e HU representam a porcentagem de volatilidade explicada pelas previsões em tempos de baixa (alta) incerteza, dando uma maior ênfase nos resultados de baixa incerteza.

**TABELA 7 – PRECISÃO DA PREVISÃO DA VOLATILIDADE.**

| Preditores | PEV (%) | Média BTC  |            | MS-V       |            |
|------------|---------|------------|------------|------------|------------|
|            |         | PEV LU (%) | PEV HU (%) | PEV LU (%) | PEV HU (%) |
| MA(1,9)    | 61.041  | 64.391*    | 68.555     | 64.761*    | 70.269     |
| MA(1,12)   | 61.058  | 64.410*    | 68.554     | 64.136*    | 68.235     |
| MA(2,9)    | 61.055  | 64.411*    | 68.551     | 64.138*    | 68.574     |
| MA(2,12)   | 61.057  | 64.408*    | 68.554     | 64.139*    | 68.697     |
| MA(3,9)    | 61.055  | 64.410*    | 68.551     | 64.143*    | 69.102     |
| MA(3,12)   | 61.065  | 64.417*    | 68.555     | 64.147*    | 69.464     |
| MOM(9)     | 60.864  | 64.224*    | 68.546     | 64.116*    | 69.303     |
| MOM(12)    | 60.930  | 64.276*    | 68.962     | 64.124*    | 69.660     |
| VOL(1,9)   | 61.047  | 64.405*    | 68.548     | 64.153*    | 70.085     |
| VOL(1,12)  | 61.047  | 64.405*    | 68.548     | 64.152*    | 70.068     |
| VOL(2,9)   | 61.050  | 64.408*    | 68.548     | 64.153*    | 70.085     |
| VOL(2,12)  | 61.050  | 64.408*    | 68.548     | 64.154*    | 70.107     |
| VOL(3,9)   | 61.049  | 64.406*    | 68.549     | 64.796*    | 70.263     |
| VOL(3,12)  | 61.044  | 64.401*    | 68.549     | 64.782*    | 70.264     |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: \*\*\* p-valor < .01, \*\* p-valor < .05, \* p-valor < .1.

Os indicadores técnicos fornecem maior precisão de previsão quando o mercado está em um estado de baixa incerteza. Além disso, as precisões das previsões estimadas são significativas apenas em períodos de baixa incerteza. Por outro lado, nenhuma das medidas de precisão é significativa em períodos de alta incerteza ou quando são consideradas na amostra completa.

Contudo, a análise abrange diferentes etapas e métodos para avaliar a eficácia dos preditores técnicos no contexto do BTC. Os resultados variam em diferentes regimes de incertezas e métodos, destacando a importância dos preditores MOM e VOL em prever momentos de baixa incerteza com uma base estatística mais sólida.

### 3.5 CONCLUSÃO

O mercado de criptomoedas teve um crescimento considerável em seu valor negociado, ativos digitais disponíveis e volume de transações e este acontecimento trouxe maior oscilação no preço dos criptoativos, tornando importante analisar períodos de baixa e alta incertezas, que no estudo foi realizado por meio de 14 preditores técnicos sendo possível demonstrar que todos os indicadores relacionados ao MOM e VOL são mais assertivos em medir a incerteza em período de baixa. Esse resultado é corroborado ao analisar o  $R^2$  os segregado pela média do BTC e MS-V, onde o desempenho de todos os preditores de MOM e VOL são superiores quando comparados com a previsão média histórica.

Como verificação de robustez, realizou-se a separação entre períodos de baixa e elevada incerteza. Os resultados indicam que os indicadores técnicos de MOM e VOL possuem melhor desempenho em períodos de baixa incerteza e mostram ganhos significativos fora da amostra. Já quando os consideram dentro da amostra, estes apresentam um resultado enviesado, como no caso da primeira análise que se

observou apenas a amostra total sem desmembrar os regimes de alta e baixa incerteza, considerando os preditores técnicos relacionados as MAs mais significativos do que os MOMs e VOLs.

Os resultados encontrados no mercado de criptoativos para Coskun et al. (2020), utilizando o método de MS variado no tempo entre 2017 e 2018, sugerem que as criptomoedas em período de baixa incerteza tem um comportamento de proteção do capital, e na alta, um efeito inverso. Nakagawa e Sakemoto (2022) encontraram soluções similares ao observar os períodos de altas incertezas no BTC e ethereum, sugerindo implicações para a gestão de riscos e alocação de portfólios.

Os autores Haq e Bouri (2022) examinaram as criptomoedas convencionais, como o bitcoin, ethereum, binance coin e tether e as sustentáveis, como a cardano, powerledger, stellar e ripple, utilizando dois índices de incerteza como referência de preço e política *Uncertainty Index* (UCRY), concluindo que os preços mais elevados das criptomoedas e as incertezas políticas levam a retornos mais baixos das mesmas, refletindo o impacto adverso das incertezas mais elevadas na confiança dos comerciantes e investidores de criptomoedas.

No geral, os resultados fornecem mais evidências que sugerem que a insegurança aumenta em períodos de alta incerteza, levando a uma quebra nas estratégias de busca de tendências. Portanto, os resultados observados no estudo demonstram que todos os indicadores relacionados a MOM e VOL são mais eficazes nos períodos de baixa incerteza garantindo um melhor desempenho em relação aos preditores médios históricos.

Como sugestão para estudos futuros, fica a recomendação sobre a criação de indicadores técnicos dedicados ao mercado de criptoativos, que busquem medir as incertezas como acontece no mercado tradicional.

## CAPÍTULO 4

### 4 ANÁLISE DO MERCADO DE CRIPTOMOEDAS: RETORNOS ANORMAIS NOS *HALVINGS* E NA REGULAÇÃO BRASILEIRA DAS CRIPTOMOEDAS E ETFS VINCULADAS AOS CRIPTOATIVOS

#### RESUMO

Utilizando o bitcoin para analisar as 10 criptomoedas mais capitalizadas, desconsiderando as *stablecoins*, e as 5 ETFs mais negociadas, listadas na bolsa de valores brasileira vinculadas ao mercado de criptomoedas, este artigo analisa os efeitos da regulação brasileira e dos *halvings*. Nesta pesquisa, o bitcoin é apresentado como ativo de referência pois ele pode ser comparado com as outras criptomoedas. Os estudos de eventos utilizaram os retornos anormais, os quais foram calculados pela diferença entre os retornos reais (o que de fato foi negociado no mercado) e os retornos esperados (expectativas de resultado no mercado). Os retornos anormais foram avaliados com base nas informações *ex antes* e *ex post* do evento, utilizando o *Historical Mean Model* (HMM), como modelo de previsão simples. Foram utilizados 5 testes como metodologia: padrão, Patell, Boehmer, Masumeci e Poulsen (BMP), Wilcoxon e Grank (Kolari e Pynnonen). Os meses de regulação representam o período amostral de 21/12/2022, para a divulgação, e 19/06/2023, para a vigência, com suas janelas analisadas de forma diária. Já os períodos de *halvings* analisados neste estudo foram em: 20/11/2012, 09/07/2016 e 11/05/2020 e estes, tiveram suas janelas de eventos de forma mensal. O trabalho conclui uma relevância no período de regulação, na sua vigência e somente no terceiro *halving*, encontrando evidências estatísticas de retornos anormais. Independente da metodologia aplicada, os retornos anormais negativos acontecem antes da data do evento e os positivos após esse

período, tendo como relevância, o entendimento da movimentação do mercado antes e após aos eventos estudados.

**Palavras-chave:** criptomoedas, bitcoin, estudo de eventos, retornos anormais, etfs.

## 4.1 INTRODUÇÃO

Segundo os dados do endereço eletrônico da *coinmarketcap.com*, em julho de 2023 existiam mais de 1,8 milhão de criptomoedas sendo negociadas em diversas plataformas no mundo. Assim como os outros ativos negociados em mercado ativo (ações, fundos imobiliários, derivativos etc.), o preço do bitcoin (BTC) é sensível à disponibilização de novas informações no mercado.

Para a análise das criptomoedas neste estudo é interessante trazer como fonte de avaliação fatores baseados no mercado de ações, como os indicadores técnicos (Gerritsen et al., 2020), o modelo de precificação de criptomoedas (Shen et al., 2019), os índices de volatilidade nos mercados de ações (Bouri et al. 2017) e os fatores macroeconômicos, como a inclusão da atividade global (Cheng & Yen, 2020) e incertezas políticas (Demir et al., 2020).

Para realizar o presente estudo foi levando em consideração a Hipótese de Mercado Eficiente (HME) nas criptomoedas em função do impacto das notícias e eventos que possam ser relacionados na eficiência do mercado dos criptoativos (Karaömer & Kakilli, 2023). Com isso, os estudos de eventos podem auxiliar na análise de como eventos específicos afetam os preços dos mercados de criptomoedas, como o caso de Boehmer et al. (1991), que envolve a comparação dos retornos históricos com os retornos observados, a fim de compreender quando um evento ou informação inesperada resulta numa reação anormal do mercado.

No mercado de ações, Botelho (2006) analisa quando uma ação obtém excesso de retorno ou um retorno extraordinário com base em algum modelo de referência. Esse fenômeno é chamado de *abnormal return* (AR). Isso demonstra que no mercado algumas ações podem apresentar um retorno superior ou inferior em relação ao esperado. Portanto, Bayu e Purbawangsa (2023), consideram o retorno anormal sendo a diferença entre o retorno real e o esperado, com base nas informações disponíveis publicamente ou por vazamento de informações antes da divulgação.

Neste estudo, são considerados eventos de pesquisa que incluem os 3 *halvings* do BTC, a divulgação e a vigência da Lei nº. 14.478/2022, analisando o comportamento das 10 criptomoedas mais capitalizadas e as 5 *Exchanged-Traded Funds* (ETFs) mais negociadas na bolsa de valores brasileira, respectivamente. Sendo assim, é necessário definir as datas dos eventos para analisar seus estudos e os *Cumulative Average Abnormal Return* (CAAR). A utilização dos CAARs serviu para calcular as metodologias aplicadas neste estudo que são: Padrão, Patell, BMP, Wilcoxon e Grank.

Sendo assim, os resultados obtidos neste trabalho identificam um padrão de comportamento pessimista antes da data do evento e otimista após ele, apresentando retornos anormais negativos e positivos, respectivamente. Portanto, é possível identificar momentos possíveis de incertezas e certezas quando comparados ao BTC, sendo um fato observado pelos outros testes analisados nesta pesquisa, demonstrando assim, maior robustez sobre os resultados encontrados.

O intuito da pesquisa é fornecer uma análise mais abrangente e direcionada, tendo como objetivo examinar os retornos anormais acumulados das criptomoedas em relação a eventos de relevância no mercado, tais como os períodos de



implementação da Lei 14.478/22 no Brasil, que versa sobre a regulação do setor e *halvings* do BTC.

Nesse contexto, nossa investigação visa explorar a hipótese de que as criptomoedas e as ETFs, vinculadas aos criptoativos, podem apresentar retornos anormais acumulados durante os períodos da regulação brasileira e de *halvings*, compreendendo assim o movimento destas moedas virtuais antes e após aos eventos.

Esta pesquisa contribui no fornecimento de perspectivas mais esclarecedoras e direcionadas acerca das dinâmicas do mercado de criptomoedas, colaborando para a literatura ao utilizar o BTC como ativo referência nas 5 metodologias aplicadas, permitindo analisar o comportamento das principais criptomoedas e ETFs durante a lesgilação e os *halvings*. Outro fator relevante para a pesquisa, é a identificação de retornos anormais acumulados dentre as janelas estabelecidas para proteção ou investimento do capital na alta variação de preços.

Alguns autores contribuíram na análise do mercado de criptomoedas como El Madhy (2021), sugerindo que o segundo *halving* apresenta menor impacto no mercado de ações americano em comparação ao primeiro. Por outro lado, o terceiro *halving* está associado de forma negativa. Já Ramadhani et al. (2022), identificaram uma diferença significativa nos retornos anormais antes e após o terceiro *halving* no mercado de ações da Indonésia.

No caso da regulação, Shanaev et al. (2020) mostraram que as estimativas estatísticas apresentam resultados significativos testando a relevância da estrutura regulatória nas criptomoedas analisadas. Por uma outra ótica, Zhang e Gregoriou (2020) concluíram que com a proibição no mercado de criptomoedas na China, as *Initial Coin Offerings* (ICOs) tiveram um impacto negativo.

A utilização do BTC como ativo de referência nos períodos de *halvings* e na regulação, pode fornecer informações relevantes tanto para investidores quanto para reguladores. Os investidores podem tomar mais decisões com informação nos investimentos em criptomoedas e ETFs, enquanto os reguladores podem entender melhor o impacto das medidas regulatórias no mercado.

Logo, mediante as hipóteses levantadas no trabalho, utilizando o BTC como ativo de referência, é possível identificar a sua relevância conforme os acontecimentos do mercado. Os resultados apresentam um comportamento de retorno anormal negativo antes das datas dos eventos e retorno anormal positivo após estes períodos, utilizando todas as metodologias.

## 4.2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 4.2.1 Hipótese do mercado eficiente (HME)

Um dos principais pontos quando é tratado sobre estudo de eventos, é a HME. Sua definição ocorre quando o preço das ações se ajusta imediatamente ou quando um determinado tipo de evento decorre repetidamente, sem qualquer reação exagerada (Kolaric & Shiereck, 2016). Para Fama (1991), as informações disponíveis são definidas por completo pelos preços dos títulos.

A HME é separada em três formas: i) eficiência forte, onde grande número de investidores bem direcionados, tendem a ter uma resposta rápida e precisa das novas informações; ii) eficiência semiforte, onde toda a informação que se encontra disponível ao público está sendo refletida no preço do ativo, e iii) eficiência fraca, onde as informações existentes dos preços anteriores das ações são refletidas com precisão (Fama, 1970; Ehiedu & Obi, 2022; Ejem & Ogbonna, 2019).

Neto (2011) em seu estudo, exhibe as principais HME descritas como: i) o preço dos ativos não é capaz de ser influenciado por grupos ou nichos específicos do mercado com o intuito de atingir seus próprios objetivos; ii) o mercado é composto por investidores que avaliam os riscos para a obtenção de retornos favoráveis; iii) as principais informações do mercado ficam à disposição de todos, a fim de não beneficiar algum investidor específico e; iv) todos possuem acesso às formas de crédito, tornando assim o mercado racional em relação a eficiência do capital.

Analisado por Sensoy (2019), o aumento de liquidez no mercado de criptomoedas tem efeito positivo pois os preços tendem a refletir as informações disponíveis. Por outro lado, o aumento na volatilidade tem efeito negativo na eficiência de mercado das criptomoedas, devido às distorções dos preços por movimentos imprevisíveis.

Como aplicação, Shahzad, et al. (2021), testaram a HME para examinar a eficácia da informação no mercado de criptomoedas. Das 893 unidades de criptomoedas, apenas 54 satisfizeram a HME de forma fraca e 24 de forma semiforte. As bolsas de valores de grande porte, estabelecidas antes de novembro de 2017, eram mais propensas a HME de forma fraca e semiforte.

#### **4.2.2 Retornos anormais**

O retorno anormal foi abordado por Loughran e Ritter (1995), como a diferença entre o retorno de um ativo em uma determinada data e o retorno de mercado (*benchmark*) no mesmo período. Este fato, pode ser observado por Fama et al. (2005), que tem como preocupação central a medição do retorno anormal, verificando assim o preço das ações em razão da ocorrência de um determinado evento. Para Armstrong et al. (2010), Campbell et al. (2012), a utilização dos retornos ajustados ao mercado

pode aliviar os efeitos das notícias globais que ocorrem em torno das datas dos eventos.

Outros autores, como Boehmer et al. (1991), Civitarese e Mendes (2018), Corrado (1989) e Serra (2004), calculam o retorno normal como retorno médio, em uma janela de estimativa anterior ao período da data do evento, para excluir assim possíveis eventos que possam influenciar os retornos, chamado de retorno médio passado, conforme demonstrado na Figura 1.

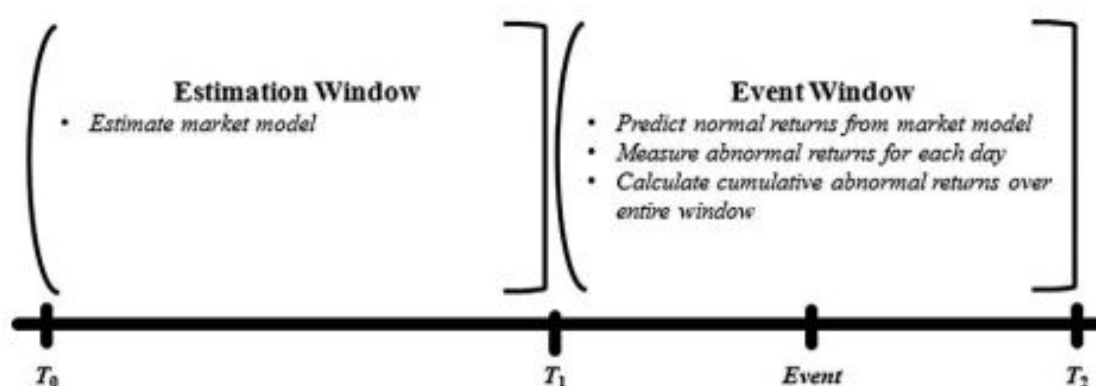


Figura 1: Janela de eventos.  
 Fonte: Meyer et al. (2014).

Emrah (2022), analisa os efeitos dos anúncios positivos e negativos relacionados às criptomoedas nos preços das outras criptomoedas que foram pesquisadas, usando o estudo de evento. Como resultado da análise, foram encontrados 22 valores significativos de retornos anormais relacionados a eventos negativos e 8 valores significativos de retornos anormais relacionados a eventos positivos. Logo, os eventos negativos têm mais efeito nas criptomoedas do que os eventos positivos.

Hashemi et al. (2020), examinaram os efeitos de 60 eventos positivos e negativos sobre Bitcoin, Ethereum e Ripple nos preços. Como resultado, mesmo três dias antes dos eventos, os retornos anormais foram detectados no exato momento das notícias. Em contrapartida, os maiores números de retornos anormais foram

encontrados no dia do evento. As anomalias continuaram nos dias seguintes ao evento. Além disso, os pesquisadores revelaram que as notícias negativas têm maior impacto do que notícias positivas.

Brown e Douglass (2020), examinaram os efeitos de 16 grandes notícias sobre roubo de criptomoedas, que desafiaram a segurança e a integridade do sistema de criptomoedas desde 2014. Contrariando as expectativas, obtiveram anomalias positivas nos dias que cercam os eventos, porém o motivo não foi explicado.

Ante (2020), examinou os efeitos no volume de 2.132 transações individuais do bitcoin, envolvendo a transferência de 500 ou mais bitcoins, entre 2018 e 2019, na rede *blockchain*. Ele descobriu que o volume de transações aumentou mesmo antes delas serem confirmadas na rede *blockchain*.

### 4.2.3 Estudo de eventos

Uma das primeiras contribuições para o estudo de eventos foi fornecida por Dolley (1933), examinando os desdobramentos de ações e as tendências relacionadas. De forma histórica, o estudo de eventos tem sido utilizado no mercado de ações para avaliar as reações dos preços desses ativos em relação às principais notícias divulgadas (MacKinlay, 1997).

O estudo de eventos é empregado em vários campos no mercado, como na contabilidade (Johannessen & Larsen, 2016), finanças (Hartman et al., 2019; Li, Rohlin & Singleton, 2017; Val et al., 2018), fusões e aquisições (Adnan & Hossain, 2016; Sorescu et al., 2017) e crise bancária (Miyajima & Yafeh, 2007). Porém, é comum haver a concentração em examinar tendências nos retornos das ações.

French (2018) explora os padrões dos retornos do mercado, conforme previsto por meio da ocorrência de eventos. Considerando 6 nações de economias

desenvolvidas e em desenvolvimento durante o período de 2007 a 2016, com total de 64 eventos, se tem o argumento que o retorno do mercado é influenciado pelo sentimento do investidor. Além disso, os resultados dos estudos fornecem algumas informações significativas sobre a rapidez do ajuste de preços às novas informações.

Mirza et al. (2020) investigaram a ligação entre a reação dos preços, o tempo de volatilidade e o desempenho dos fundos durante o COVID-19. Observa-se que a maioria dos fundos de investimento, durante o período de janeiro a junho de 2020, apresentaram desempenho estressado, enquanto os fundos de empreendedorismo social resistiram.

Outros estudos foram realizados, como o caso de Sharif et al. (2020), que examinaram a relação entre o surto do COVID-19, o risco geopolítico, preços do petróleo e a incerteza econômica para a economia dos Estados Unidos. Já no caso de Mirza et al. (2020), estes investigaram o impacto da eficiência de capital humano no desempenho dos fundos de ações durante o COVID-19.

No campo do mercado de criptomoedas, esse tipo de estudo também já é abordado, como no caso de Kapengut e Mizrach (2023), analisando o impacto na rede e nas plataformas devido a atualização do mecanismo *Proof-of-Stake (PoS)* na rede Ethereum.

Sezgín e Özurak (2022) investigaram o impacto de ataques terroristas no preço do bitcoin e nas vendas de *non-fungible-token* (NFT), revelando que os retornos dos mercados estão positivamente associados às fases de organização e financiamento dos ataques terroristas (retornos anormais positivos) e negativamente associados aos pós-ataques terroristas (retornos anormais negativos).

Para selecionar o tipo de dados que seriam analisados das criptomoedas, como o Citrix, não foram utilizados os índices disponíveis no mercado, sendo utilizado o

conceito de Fama (1991), onde os retornos das ações das empresas não podem sofrer alterações antes da divulgação de informações pelas mesmas, não sendo esperado que os preços dos ativos incluídos e/ou excluídos de um dado índice sofram um retorno anormal significativo, próximo ou durante a divulgação destas informações. Os preços dos ativos estão disponíveis sobre a instituição impossibilitando os ganhos anormais.

#### **4.2.4 Regulação brasileira de criptomoedas**

Conforme abordado no capítulo 1, a regulação brasileira está em vigor, pela Lei 14.478/2022 trazendo diretrizes de práticas de mercado de criptomoedas para o país. Esta Lei foi promulgada em 21/12/2022 com uma cláusula de *vacatio legis*, de 180 dias a contar da data de sua publicação. Essas orientações visam maior transparência e responsabilidade no setor.

A relevância da regulamentação é debatida em fóruns como no *Bank for International Settlements*, que emite periódicos sobre o assunto (Bech & Garratt, 2017). Embora muitas das vezes trata-se de uma questão territorial, as criptomoedas são debatidas pela sua relevância (Auer & Claessens, 2018). Shanaev et al. (2020), analisaram evidências relevantes quando a regulamentação se torna mais rígida. Logo, há uma diminuição de riscos e a adoção é mais ampla, sendo este fato atribuído aos estabelecimentos.

#### **4.2.5 ETFs listadas na bolsa de valores e a relação com as criptomoedas**

As ETFs são ativos baseados em índices. De acordo com Andrianto e Diputra (2017), algumas delas são populares no mercado de ações como *Vanguard Total*

*Stock Market* ETF (VTI), *Vanguard Total Bond Market* ETF (BND), *Vanguard FTSE All-World ex-US* ETF (VEU), *PowerShares DB US Dollar Bullish* ETF (UUP) e *SPDR S&P Metals and Mining* ETF (XME). O crescimento das ETFs se processa pelos baixos custos de negociação e podem atuar como catalisadores para *traders* de liquidez de curto prazo (Ben-David et al., 2018).

Fama et al. (1969) analisaram a capacidade da criação de fundos para os investidores, sendo uma forma mais passiva e barata de investimento, além do crescimento de sua popularidade como no caso das ETFs. As evidências empíricas sobre o valor da gestão ativa, são mistas na melhor das hipóteses, apesar da sabedoria convencional que sustenta uma busca por valores mobiliários (Cremers et al., 2019).

Um marco importante para as ETFs vinculadas às criptomoedas, ocorreu no ano de 2017, em que a *Securities and Exchange Commission* (SEC) dos Estados Unidos, permitiu a criação de uma ETF para o bitcoin (Auer & Claessens, 2018). Esse evento representou uma oportunidade significativa para os investidores e o mercado de criptomoedas.

Alguns anos depois, em 2022, a *Global Venture Capitalists* (VCs) forneceu aproximadamente U\$ 15 bilhões em fundos para a expansão e incubação de projetos relacionados a indústria de criptografia e *blockchain*, como Web3, DAO e Decentralized Finance (DEFI), com objetivo de obter transações seguras e mais rápidas (Ahmed et al., 2023).

No Brasil, algumas ETFs de criptomoedas foram listadas na bolsa de valores para oferecer uma exposição diversificada, segurança de custódia, maior liquidez e simplicidade dos portfólios, como no caso da HASH11, replicando o índice Nasdaq Crypto Index™ (NCI™). As ETFs de criptomoedas fornecem uma forma mais



acessível para os investidores e uma diversificação nos ativos digitais, reduzindo os riscos associados ao investimento direto nas criptomoedas (Singh, 2022). Outras ETFs também são abordadas como: QBTC11, QETH11, BITH11 e ETH11.

Logo, a disponibilidade e características dessas ETFs podem variar de acordo com o mercado e as regulamentações locais. Sendo assim, a segunda hipótese é que:

**H<sub>1</sub>:** Regulação gera o retorno anormal das criptomoedas e ETFs, listadas na bolsa de valores brasileira.

#### 4.2.6 Período de *halving*

Um evento muito importante no BTC, que define o futuro do mercado, é o chamado *halving*. O *halving* foi introduzido para dar conta do crescimento dos recursos computacionais, e funciona como uma intervenção fixa que mantém a dificuldade de mineração de criptomoedas (Krawczyk, 2022).

O *halving*, é um método para manter o BTC escasso por mais tempo, ou seja, a cada 210.000 blocos minerados, que ficam em torno de 4 anos, o número de BTCs que são minerados podem cair pela metade. Até o momento, aconteceram 3 *halvings* no BTC. Estes eventos ocorreram em: 20/11/2012, 09/07/2016 e 11/05/2020. Segundo Ramos e Zankos (2019), como o próprio nome já diz, o *halving*, ou traduzindo para o português “reduzindo pela metade”, é um evento que corta as recompensas dadas aos mineradores e é definido para ocorrer cada vez que 210.000 novos blocos são adicionados ao *blockchain*.

Para Meynkhart (2019), o *halving* ocorre a cada quatro anos e isso, afeta significativamente o processo de emissão de novos BTCs, gerando uma quebra estrutural. Os mineradores da rede bitcoin, os quais extraíam 100 BTC por mês e depois vendiam para compensar seus custos de produção, passam a produzir duas

vezes menos criptomoedas após a redução pela metade, levando a diminuição na oferta de novos bitcoins no mercado. Kroll et al. (2013) e Nair e Cachanosky (2017) compartilham da mesma ideia. Devido à redução da mineração cair pela metade a cada *halving*, a previsão do encerramento da produção de BTCs se encontra no ano de 2140.

Inicialmente, a recompensa por bloco era de 50 bitcoins. No primeiro *halving*, em 2012, essa recompensa foi reduzida para 25 bitcoins por bloco minerado. No segundo *halving*, em 2016, a recompensa foi novamente reduzida pela metade para 12,5 bitcoins por bloco minerado. E, por último, no terceiro *halving*, ocorrido em 2020, a recompensa foi reduzida para 6,25 bitcoins por bloco minerado. Dessa forma, a primeira hipótese é:

**H<sub>2</sub>:** *Halvings* geram retornos anormais das criptomoedas e das ETFs, listadas na bolsa de valores brasileira.

## 4.3 METODOLOGIA

### 4.3.1 Amostra, tratamento de dados e abordagem metodológica

Os estudos realizados são utilizados a partir da coleta dos dados numéricos disponíveis e quantificados através da amostra proposta. Sendo assim, trata-se de uma pesquisa quantitativa e descritiva.

Os dados foram coletados no endereço eletrônico do *Investing* (<https://br.investing.com/>), utilizando os valores negociados em dólar. O período selecionado foi de 18/07/2010 a 23/07/2023. Cada uma das 10 criptomoedas e as 5 ETFs possuem seu período de negociação em função da sua existência. O bitcoin é o ativo de referência para comparar com as demais criptomoedas e as 5 ETFs.

As 10 criptomoedas foram selecionadas por possuírem maior capitalização no mercado, excluindo as *stablecoins*. São elas: ETH, XRP, BNB, ADA, DOGE, SOL, TRX, MATIC, LTC e DOT. Já as 5 ETFs são as mais relevantes na bolsa de valores brasileira: HASH11, QBTC11, QETH11, BITH11 e ETH11. Maiores detalhamentos dessas informações estão no apêndice A.

Todas as criptomoedas, incluindo o bitcoin, estão na relação dólar americano (USD) no índice investing.com, não possuindo um preço de fechamento diário, uma vez que os mercados operam 24 horas por dia, 7 dias por semana. Logo, o preço é atualizado em tempo real com base nas negociações realizadas em diferentes plataformas e *exchanges* ao redor do mundo. Sendo assim, o preço considera o valor mais recente pelo qual um comprador e um vendedor negociaram um bitcoin por um dólar americano.

As janelas dos períodos de *halvings* estão em meses, com intuito de captar as altas volatilidades do preço e as movimentações de entrada ou saída dos usuários e das instituições financeiras. Já para os períodos de regulação, as janelas foram utilizadas em dias, a fim de analisar o impacto no curto prazo, bem como a adoção institucional.

A Tabela 1 resume as etapas cronológicas percorridas para a realização deste trabalho.

**TABELA 1 – ETAPAS PARA REALIZAÇÃO DA ANÁLISE.**

| <b>Passos</b> | <b>Etapas</b>                     | <b><i>Halvings</i></b>                | <b>Regulação</b>                      |
|---------------|-----------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
|               |                                   | 20/11/2012                            | 21/12/2022                            |
| 1             | Identificação da data do evento   | 09/07/2016                            | 19/06/2023                            |
|               |                                   | 11/05/2020                            | -                                     |
| 2             | Definição da janela de evento     | Meses                                 | Dias                                  |
| 3             | Definição do período de estimacão | [-12,0], [-6,0],<br>[0,+6], [0,+12]   | [-30,0], [-15,0],<br>[0,+15], [0,+30] |
| 4             | Seleção da amostra                | 10 criptomoedas e 5 ETFs              |                                       |
|               | Cálculo dos ARs, CARs e           |                                       |                                       |
| 5             | CAARs                             | -                                     | -                                     |
| 6             | Metodologias aplicadas            | Padrão, Patell, BMP, Wilcoxon e Grank |                                       |

|   |                  |                        |
|---|------------------|------------------------|
| 7 | Análises         | Individuais e em grupo |
| 8 | Ativo referência | Bitcoin                |

Fonte: Elaborado pelo autor.

### 4.3.2 Cálculo dos retornos normais, anormais e acumulados

Considerando a relevância do bitcoin, o qual possui maior capitalização, negociação e volume, no mercado das criptomoedas e ampliando os estudos técnicos do mercado tradicional nos criptoativos, o BTC foi utilizado como o ativo de referência (*benchmark*) para comparar seu retorno anormal com as demais criptomoedas e ETFs nos períodos selecionados no presente estudo.

Foi utilizado, o estudo de eventos com e sem agrupamento das datas de eventos, permitindo especificar as variáveis em diferentes janelas de eventos (4 janelas selecionadas).

Os testes paramétricos foram baseados em distribuição normal, trazendo o teste estatístico para a significância dos retornos anormais.

A equação 1 define o AR de uma empresa genérica *i* no período *t*:

$$AR_{i,t} = R_{i,t} - E(R_{i,t} | X_t) \quad (1)$$

onde,  $R_{i,t}$  é o retorno real *ex post* e  $E(R_{i,t} | X_t)$ , é o retorno esperado condicionado à informação *X* do período *t*, sem relação com o evento.

O procedimento começa com a definição do período, ou períodos, em que o evento supostamente influenciará o retorno de mercado dos títulos das empresas, ou seja, a janela ou janelas do evento. Normalmente, cada janela de evento abrange um ou mais dias, incluindo a própria data do evento. É comum incluir os dias anteriores e posteriores ao evento, permitindo a possibilidade de vazamentos de notícias anteriores ao evento em si, ou reações tardias dos mercados.

Para definir o AR, deve-se passar para a segunda etapa da análise, e calcular o desempenho normal ou esperado. Esta tarefa requer a definição de uma janela de estimação, ou seja, um período amostral anterior à janela do evento, geralmente deixando um colchão de pelo menos um mês para excluir retornos de mercado influenciados pelo evento, evitando que a janela de estimação inclua efeitos de antecipação ou vazamentos de notícias.

As estimativas de ARs, são realizadas usando diferentes modelos. O mais comumente utilizado é o *Single Index Model* (SIM) (MacKinlay, 1997; Sorokina et al., 2013), conforme representado em (2):

$$AR_{i,t} = R_{i,t} - (\alpha_i + \beta_i R_{m,t}) \quad (2)$$

De acordo com o SIM, o retorno normal depende dos parâmetros  $\alpha_i$  e  $\beta_i$  (estimados nas janelas de estimação) e do retorno de mercado  $R_{m,t}$ . Um caso especial deste modelo, é o *Market Adjusted Model* (MAM), onde uma restrição nos parâmetros  $\alpha_i$  e  $\beta_i$  requer que eles sejam iguais a 0 e 1, respectivamente.

Outra especificação possível, como afirmam Brown e Warner (1985), produz resultados comparáveis com o SIM e o HMM. De acordo com o HMM, o retorno médio histórico do título na janela de estimação ( $\mu_i$ ), representa o desempenho normal esperado incondicionado ao evento:

$$E(R_{i,t} | X_t) = \mu_i \quad (3)$$

Na tentativa de melhorar a variância explicada pelo SIM, facilitando assim a detecção de AR, o retorno esperado é estimado usando mais de um fator em alguns casos, ou seja, modelando um *Multifactor Model* (MFM), como o modelo de três fatores introduzidos por Fama e French (1993).

Para este estudo, o HMM é definido como modelo de previsão com base no histórico da volatilidade, sendo responsável pela captura do aspecto de reversão à

média desta, que pode ser revertida imediatamente para a sua média de longo prazo no próximo período de mensuração (Marra, 2015). Este modelo foi utilizado assumindo que o retorno médio do BTC permanece constante ao longo do tempo, obtendo o retorno real em cada período ao redor desse valor médio. Sendo assim, se mostra uma ferramenta útil de previsibilidade de retorno futuro com base no desempenho histórico.

Uma vez calculados os retornos normais, é possível obter ARs. Já quando o objetivo é calcular o impacto do evento para cada título individual em um único dia de evento, é possível obter ARs aplicando a equação (1).

Às vezes, o usuário também estará interessado em investigar o efeito do evento em um período de vários dias. Assim, torna-se necessário operar uma agregação de séries temporais dos ARs, obtendo-se os *Cumulative Abnormal Returns* (CARs) descritos em (4).

$$CAR_i(t_1, t_2) = \sum_{t=t_1}^{t_2} AR_{i,t} \quad (4)$$

com  $t_1 < t_2$  e  $t_1, t_2 \in (\text{event window})$

Se, ao invés, o objeto de interesse for o impacto sobre um *pool* de empresas, uma seção transversal, a agregação torna-se necessária e o cálculo do *Average Abnormal Return* (AAR) pode ser feito usando (5).

$$AAR_t = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N AR_{i,t} \quad (5)$$

onde  $AR_{i,t}$  representa o AR estimado no  $i$ -ésimo título e  $N$  a população dos títulos. Nas palavras de Kothari e Warner (2007), a agregação transversal de ARs faz sentido se for pretendido estudar se o evento altera, em média, a riqueza dos detentores de títulos ou testar modelos econômicos e hipóteses alternativas sugerindo o sinal do impacto médio.

Finalmente, quando o foco está no efeito médio de vários dias, é necessário realizar ambas as agregações descritas e calcular os CAARs, somando ao longo do tempo os AARs, conforme mostrado em (6).

$$CAAR(t_1, t_2) = \sum_{t=t_1}^{t_2} AAR_t \quad (6)$$

A literatura sugere a abordagem de portfólio, que é um método alternativo para calcular tanto AARs quanto CAARs (Kothari & Warner, 2007). Aproveitando uma carteira igualmente ponderada que agrupa todos os títulos, antes de computar os componentes anormais, pode-se calcular os ARs da carteira, que é um substituto para os AARs, e CARs, em vez dos CAARs, considerando a carteira como um único título.

### 4.3.3 Escolha dos testes

Uma vez que os ARs são calculados em qualquer forma que se adapte à análise, é necessário estudar sua significância estatística. Para assumir relevância econômica, deve-se considerar os ARs estatisticamente significativos.

Com relação à primeira família, sob a hipótese de distribuição normalmente dos retornos dos títulos, os ARs seguem uma distribuição normal centrada em 0, com variância  $\sigma^2$ . Consequentemente, AARs, CARs e CAARs, também são normalmente distribuídos com média 0 e variância  $\sigma^2_{AAR}$ ,  $\sigma^2_{CAR}$  e  $\sigma^2_{CAAR}$ , sendo chamado de “normal”.

De forma resumida, os testes paramétricos aplicados nesta pesquisa são:

- 1) Padrão, é baseado na distribuição Normal;
- 2) Patell, seguindo a abordagem de Patell (1976);
- 3) BMP, proposto por Boehmer et al. (1991).

Já os testes não paramétricos são:

- 1) Wilcoxon, proposto por Wilcoxon (1945);
- 2) Grank, proposto por Kolari e Pynnonen (2011).

Não foi possível analisar os testes de Kolari e Pynnonen (2010) e Patell Ajustado, devido à segregação dos grupos das criptomoedas.

#### 4.3.3.1 Paramétricos

##### 4.3.3.1.1 Patell (1976)

Patell (1976) sugere um teste paramétrico, que baseado em ARs escalonados traz um duplo benefício. O teste considera os diversos desvios padrão entre os resíduos do período do evento e do período de estimação. Ou seja, os ARs são as diferenças entre os retornos reais observados (o quanto um ativo realmente ganhou ou perdeu) e os retornos que eram esperados (o quanto se previa que ele ganharia ou perderia) durante um evento.

O teste de Patell é uma estatística de teste amplamente utilizada em estudos de eventos. Como os retornos anormais da janela de eventos são previsões fora da amostra, Patell ajusta o erro padrão pelo erro de previsão. A estatística de teste para testar  $H_0: E(AAR_0)=0$ , depende do  $ASAR_t$  que denota a soma dos retornos anormais padronizados sobre a amostra com expectativa zero e variância sob o efeito nulo ( $z \sim N(0,1)$ ).

A estatística de teste para testar  $H_0: E(CAAR)=0$ , depende do  $CSAR_i$ , denotando os retornos anormais padronizados cumulativos com expectativa zero e variância sob o nulo ( $z \sim N(0,1)$ ).

$$S_{CSAR_i}^2 = L_2 \frac{M_i - 2}{M_i - 4} \quad (7)$$



Sob a suposição de independência transversal, o teste zPatell tem uma distribuição normal padrão limitante sob o efeito nulo (Patell, 1976).

#### 4.3.3.1.2 Boehmer, Masumeci e Poulsen (1991)

Boehmer et al. (1991), teste BMP, aprimoraram o teste de Patell ao contabilizar o possível aumento transversal na variância dos retornos que pode ocorrer dentro da janela de eventos.

Da mesma forma, Boehmer et al. (1991) propuseram um método transversal padronizado, que é robusto contra qualquer variância adicional induzida pelo evento. A estatística de teste no dia  $t$  ( $H_0 : E(AAR_0)=0$ ) na janela de eventos com  $ASAR_t$  definido assim como no teste de Patell, apresentando desvio padrão.

Além disso, fornece a estatística de teste para testar  $H_0 : E(CAAR)=0$  onde, SCAR denota os retornos anormais acumulados padronizados médios das  $N$  empresas com desvio padrão baseado com  $SCAR_i = SCAR_i$  e SCAR, denotando o desvio padrão corrigido do erro de previsão de Mikkelsen e Partch (1988). A correção *Mikkelsen-and-Partch*, ajusta para cada empresa a estatística de teste para correlação serial nos retornos. Os termos de correção são:

Modelo de mercado:

$$S_{CAR_i}^2 = S_{AR_i}^2 \left( L_i + \frac{L_i^2}{M_i} + \frac{\sum_{t=T_1+1}^{T_2} (R_{m,t} - \underline{R}_m)^2}{\sum_{t=T_0}^{T_1} (R_{m,t} - \underline{R}_m)^2} \right) \quad (8)$$

Modelo ajustado à média do período de comparação:

$$S_{CAR_i}^2 = S_{AR_i}^2 \left( L_i + \frac{L_i^2}{M_i} \right) \quad (9)$$

Modelo ajustado ao mercado:

$$S_{CAR_i}^2 = S_{AR_i}^2 L_i, \quad (10)$$

onde,  $L_i$  denota o número de retornos não omissos na janela de eventos e  $M_i$  denota o número de retornos não omissos na janela de estimação para a empresa  $i$ . Finalmente,  $R_m$  denota a média dos retornos do mercado na janela de estimação.

#### 4.3.3.2 Não Paramétricos

##### 4.3.3.2.1 Grank (2011)

Sem depender de qualquer distribuição, o teste apresentado por Wilcoxon (1945), verifica a significância estatística dos AARs, considerando tanto os sinais quanto a magnitude dos ARs, enquanto o teste de rank generalizado de Kolari e Pynnonen (2011), supera ambos os testes de rank anteriores e os paramétricos sem sofrer nem com a correlação serial dos ARs nem com a volatilidade induzida pelo evento.

Usando alguns fatos sobre estatísticas em classificações, obtemos o desvio padrão de  $\underline{K}_0$  baseado em:

$$S_{\underline{K}_0}^2 = \frac{L_1}{12N(L_1+2)}. \quad (11)$$

Por este cálculo, a seguinte estatística de teste pode ser definida por:

$$Z_{grank} = \frac{\underline{K}_0}{S_{\underline{K}_0}} \sqrt{\frac{12N(L_1+2)}{L_1}} \underline{K}_0, \quad (12)$$

que converge sob hipótese nula rapidamente para a distribuição normal padrão, à medida que o número de empresas  $N$  aumenta.

##### 4.3.3.2.2 Wilcoxon (1945)

O teste T de Wilcoxon substitui o T de *Student* quando os dados não satisfazem as exigências deste último, para amostras pareadas.

A princípio, é possível apresentar três condições: aumento (+), diminuição (-) ou igualdade (=), que são calculados os valores numéricos da diferença entre cada par.

Lima (2014), afirma que os valores originais são substituídos em sua escala ordenada quando calculados pelas diferenças dos valores obtidos para cada par de dados que se ordenam pelo seu valor absoluto, não considerando seu sinal.

A soma dos pontos das diferenças negativas e positivas no teste da hipótese, ocorre pela igualdade entre os grupos.

A prova de Wilcoxon, é a prova não-paramétrica de contraste de médias com dados relacionados. Esta prova, dá um peso maior às diferenças significativas entre cada par de pontuações.

Quando as suposições paramétricas são atendidas, o teste de Wilcoxon demonstrou uma eficiência de aproximadamente 95% tanto em pequenas como em grandes amostras.

As exigências para se realizar o teste de Wilcoxon são: i) mútua independência dos pares ( $X_i$ ,  $Y_i$ ); ii) as diferenças ( $d_i$ ) como variáveis contínuas e distribuição simétrica, e iii) o nível de mensuração em escala intervalar.

O objetivo do teste dos sinais de Wilcoxon, é comparar as performances individuais de cada sujeito ou de pares de sujeitos, com o intuito de determinar se existem diferenças estatisticamente significativas entre seus resultados em ambas as situações.

No entanto, esses três testes, normal, Patell e BMP, sofrem com a correlação transversal dos ARs, que afeta fortemente seu resultado no caso da clusterização da janela de eventos, a qual verifica quando um único evento afeta simultaneamente todos os títulos incluídos na análise.

## 4.4 ANÁLISE

Todos os testes foram rodados utilizando 3 métodos paramétricos e 2 não paramétricos. O retorno do BTC foi comparado às demais 10 criptomoedas e 5 ETFs, então sempre haverá uma análise em relação a essas criptomoedas de forma individual e uma análise em relação ao todo, que pode ser chamado de *pool* ou grupo.

### 4.4.1 Resultado pelo retorno anormal acumulado

#### 4.4.1.1 Período de regulação brasileira

Analisando a Tabela 2, referente ao período de regulação da lei 14.478/2022 que foi promulgada no dia 21/12/2022, pode-se observar que é possível identificar retornos anormais acumulados nas janelas [0,+15] e [0,+30], demonstrando um retorno esperado de 15 e 30 dias após a data da publicação de todo o grupo analisando. Já no período de vigência da legislação, no dia 19/06/2023, é possível observar retornos anormais em todas as janelas.

**TABELA 2 – ANÁLISE DAS JANELAS DE EVENTOS – REGULAÇÃO E VIGÊNCIA DA LEI.**

| Evento                 | Data do Evento | Janelas diárias         |                        |                         |                        |
|------------------------|----------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|
|                        |                | CAAR [-30,0]            | CAAR [-15,0]           | CAAR [0,+15]            | CAAR [0,+30]           |
| Divulgação 14.478/2022 | 21/dez/22      | -23.2879%**<br>(0.0115) | -6.8060%<br>(0.2932)   | 16.8995%***<br>(0.0093) | 38.0579***<br>(0.0000) |
| Vigência 14.478/2022   | 19/jun/23      | -18.4849%**<br>(0.0319) | -11.2341%*<br>(0.0654) | 14.2159%**<br>(0.0199)  | 21.1786%**<br>(0.0011) |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: Com 4 janelas de eventos especificadas, assumindo suposição normal. A primeira linha de cada evento, refere-se ao CAAR. Já a segunda linha, refere-se ao resultado do p-valor. \*\*\*p-valor<.01, \*\*p-valor<.05, \*p-valor<.1. p-valor em parênteses.

Com isso, é possível identificar retornos anormais acumulados positivos do grupo analisado em 15 e 30 dias após a divulgação, e em todas as janelas na data da

vigência, mostrando que há incerteza do BTC antes da realização do evento e um impacto positivo, após a realização dele.

Neste caso, conforme apresentado na Tabela 3, é possível identificar retornos anormais positivos somente na criptomoeda SOL e na ETF BITH11 na janela entre [0,+30]. O mesmo teste foi aplicado no *pool* analisado, concluindo que ao retirar a SOL, BITH11 e ambos da análise, os resultados ainda permanecem significativos. Ou seja, os retornos anormais quando considerados toda amostra são relevantes para observar as incertezas e direcionamento do mercado.

**TABELA 3 – ANÁLISE INDIVIDUAL DAS JANELAS DE EVENTOS – DIVULGAÇÃO DA LEI.**

| DESCRIÇÃO  | CAAR[-30,0]           | CAAR[-15,0]           | CAAR[0,+15]          | CAAR[0,+30]           |
|------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|
| Ret_ETH    | -19.6025%<br>(0.5734) | 0.6569%<br>(0.9787)   | 15.3693%<br>(0.5314) | 31.0854%<br>(0.3721)  |
| Ret_XRP    | -20.4237%<br>(0.5725) | -11.5880%<br>(0.6498) | 9.7206%<br>(0.7033)  | 21.0327%<br>(0.5611)  |
| Ret_BNB    | -26.4482%<br>(0.4016) | -17.3199%<br>(0.4361) | 13.6488%<br>(0.5394) | 25.2583%<br>(0.4231)  |
| Ret_ADA    | -38.4603%<br>(0.3059) | -16.8336%<br>(0.5250) | 27.4560%<br>(0.3001) | 49.0164%<br>(0.1921)  |
| Ret_DOGE   | -33.0536%<br>(0.4859) | -30.9753%<br>(0.3546) | 6.8458%<br>(0.8378)  | 19.6603%<br>(0.6784)  |
| Ret_SOL    | -70.5141%<br>(0.1041) | -9.9379%<br>(0.7450)  | 33.7156%<br>(0.2702) | 76.6069%*<br>(0.0776) |
| Ret_TRX    | -8.9525%<br>(0.7700)  | 4.2339%<br>(0.8446)   | 4.9676%<br>(0.8181)  | 17.4061%<br>(0.5698)  |
| Ret_MATIC  | -45.4269%<br>(0.3689) | -10.6550%<br>(0.7650) | 6.7764%<br>(0.8492)  | 28.1564%<br>(0.5775)  |
| Ret_LTC    | 10.4817%<br>(0.7643)  | -10.5457%<br>(0.6688) | 31.8735%<br>(0.1965) | 49.0688%<br>(0.1609)  |
| Ret_DOT    | -36.7190%<br>(0.3861) | -13.0138%<br>(0.6631) | 15.9529%<br>(0.5934) | 42.2566%<br>(0.3187)  |
| Ret_HASH11 | -14.5429%<br>(0.5533) | 5.5949%<br>(0.7464)   | 16.1072%<br>(0.3521) | 38.3453%<br>(0.1186)  |
| Ret_QBTC11 | -19.1590%<br>(0.4096) | 0.5996%<br>(0.9707)   | 14.5221%<br>(0.3746) | 37.5923%<br>(0.1062)  |
| Ret_QETH11 | -22.9189%<br>(0.4329) | -0.4234%<br>(0.9835)  | 15.8119%<br>(0.4412) | 39.6734%<br>(0.1750)  |
| Ret_BITH11 | -10.4847%<br>(0.6489) | 2.4816%<br>(0.8781)   | 13.0921%<br>(0.4186) | 39.0109%*<br>(0.0910) |

|           |           |          |          |          |
|-----------|-----------|----------|----------|----------|
| Ret_ETH11 | -17.4419% | 1.0800%  | 18.8937% | 37.5700% |
|           | (0.5557)  | (0.9585) | (0.3635) | (0.2048) |

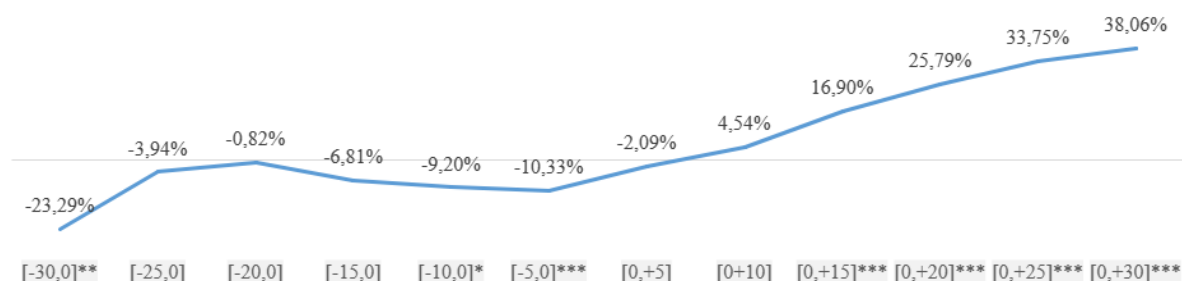
Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: \*\*\* p-valor < .01, \*\* p-valor < .05, \* p-valor < .1. p-valor em parênteses. A data do evento é 21 de dezembro de 2022, com 4 janelas de eventos especificadas, assumindo suposição normal.

Nota-se que a composição dos retornos individuais, com exceção da SOL e BITH11, não são significativos, porém considerando o *pool* das criptomoedas e ETFs é possível observar estatísticas positivas significativas. Ao retirar a SOL e o BITH11, todo o grupo ainda apresenta retornos significativos, apesar de serem menores.

O Gráfico 1, demonstra o comportamento dos retornos anormais durante o período da divulgação da lei, identificando assim retornos anormais em todas as janelas analisadas, com exceção da [-15,0], possuindo efeito negativo antes da data do evento e positivo após a data, se intensificando cada vez mais a partir da janela [0,+15] até [0,+30].

**GRÁFICO 1 – ANÁLISE DAS JANELAS DE EVENTOS – DIVULGAÇÃO DA LEI.**



Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: A linha azul representa os retornos anormais do grupo (*pool*) dos criptoativos selecionados, com intervalo de 5 dias das janelas.

Na Tabela 4, a única criptomoeda que apresentou esse comportamento de forma individual foi a XRP, na janela de [0,+30], na data da vigência da lei, fato este que influencia na movimentação de todo o grupo analisado, pois está criptomoeda teve um evento relevante no dia 13/07/2023, que foi a conquista contra os reguladores em tribunal nos Estados Unidos, fazendo um movimento positivo em comparação às demais. Já ao retirar a criptomoeda XRP do grupo, a composição da carteira ainda apresenta um efeito significativo devido à conquista da XRP contra a SEC.

TABELA 4 – ANÁLISE INDIVIDUAL DAS JANELAS DE EVENTOS – VIGÊNCIA DA LEI.

| DESCRIÇÃO  | CAAR[-30,0]           | CAAR[-15,0]           | CAAR[0,+15]          | CAAR[0,+30]           |
|------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|
| Ret_ETH    | -15.6917%<br>(0.6272) | -4.6708%<br>(0.8383)  | 8.0223%<br>(0.7259)  | 5.9551%<br>(0.8538)   |
| Ret_XRP    | 8.3709%<br>(0.8046)   | 10.1393%<br>(0.6722)  | 1.5811%<br>(0.9474)  | 62.0085%*<br>(0.0673) |
| Ret_BNB    | -28.3243%<br>(0.3312) | -21.1874%<br>(0.3048) | 2.9042%<br>(0.8881)  | 0.5244%<br>(0.9857)   |
| Ret_ADA    | -36.4641%<br>(0.2943) | -28.1180%<br>(0.2536) | 10.8778%<br>(0.6586) | 21.5709%<br>(0.5348)  |
| Ret_DOGE   | -24.3197%<br>(0.5760) | -11.7926%<br>(0.7018) | 4.8716%<br>(0.8743)  | 22.9135%<br>(0.5983)  |
| Ret_SOL    | -36.7918%<br>(0.3989) | -18.0592%<br>(0.5588) | 32.3934%<br>(0.2945) | 48.8271%<br>(0.2630)  |
| Ret_TRX    | -0.0003%<br>(1.0000)  | -8.4263%<br>(0.6723)  | 9.4777%<br>(0.6342)  | 15.9948%<br>(0.5696)  |
| Ret_MATIC  | -57.0097%<br>(0.2245) | -40.9343%<br>(0.2182) | 18.2274%<br>(0.5833) | 12.2725%<br>(0.7936)  |
| Ret_LTC    | -8.7915%<br>(0.7918)  | -8.5697%<br>(0.7165)  | 29.2823%<br>(0.2149) | 24.0352%<br>(0.4707)  |
| Ret_DOT    | -20.2783%<br>(0.5989) | -11.7105%<br>(0.6680) | 17.6734%<br>(0.5175) | 22.2008%<br>(0.5647)  |
| Ret_HASH11 | -13.4040%<br>(0.5672) | -5.5860%<br>(0.7364)  | 16.7635%<br>(0.3125) | 12.2135%<br>(0.6021)  |
| Ret_QBTC11 | -12.7840%<br>(0.5634) | -4.4876%<br>(0.7743)  | 16.6103%<br>(0.2888) | 9.1870%<br>(0.6779)   |
| Ret_QETH11 | -16.2146%<br>(0.5495) | -10.4329%<br>(0.5858) | 9.8488%<br>(0.6070)  | 4.9765%<br>(0.8542)   |
| Ret_BITH11 | -11.1210%<br>(0.6177) | -3.6388%<br>(0.8172)  | 16.5352%<br>(0.2939) | 10.1304%<br>(0.6493)  |
| Ret_ETH11  | -13.6463%<br>(0.6160) | -7.1121%<br>(0.7114)  | 10.0655%<br>(0.6006) | 6.9472%<br>(0.7984)   |

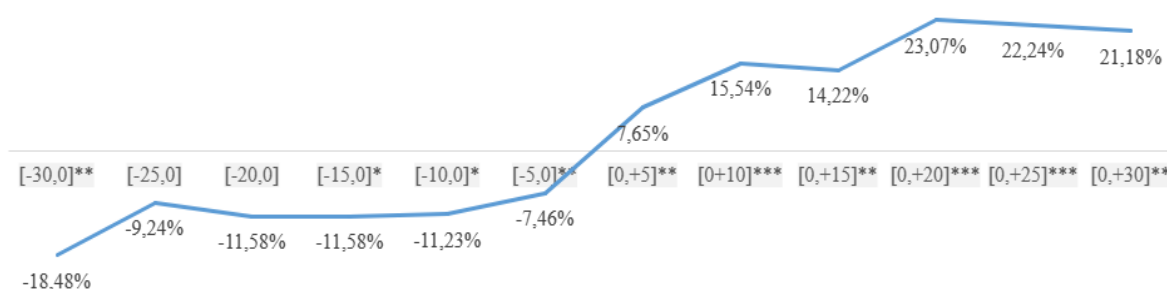
Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: \*\*\* p-valor < .01, \*\* p-valor < .05, \* p-valor < .1. p-valor em parênteses. A data do evento é 19 de junho de 2023, com 4 janelas de eventos especificadas, assumindo suposição normal.

É importante observar que a composição dos retornos anormais, quando calculados de forma individual, não é significativa no período analisado da Tabela 4. Por outro lado, quando é levado em consideração o *pool* das criptomoedas, retirando somente a XRP, é possível observar estatísticas positivas (após o evento) e negativas (antes do evento), tendo como característica um possível impacto deste evento nos preços das criptomoedas e ETFs no mercado.

O Gráfico 2, resume a Tabela 4 em relação à vigência da lei brasileira, identificando assim retornos anormais em todas as janelas analisadas, com efeito negativo antes da data do evento e positivo após a data, intensificando cada vez mais após a realização do evento.

**GRÁFICO 2 – ANÁLISE DAS JANELAS DE EVENTOS – VIGÊNCIA DA LEI.**



Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: A linha azul representa os retornos anormais do grupo (*pool*) dos criptoativos selecionados, com intervalo de 5 dias das janelas.

Logo, os eventos de divulgação e vigência da lei brasileira tiveram impactos significativos nos retornos anormais considerando o *pool* das criptomoedas e ETFs analisadas. Portanto, a análise de eventos relacionados à legislação tem um efeito notável nas variações de preços ou valores desses criptoativos.

#### 4.4.1.2 Período de *halving*

Analisando a Tabela 5, referente ao 1º *having* do bitcoin (20/11/2012), pode-se observar que não é possível identificar retornos anormais acumulados durante as 4 janelas de eventos. Fato este observado também no segundo *halving* (09/07/2016). Isso acontece pelo número de criptomoedas ser muito pequeno nestas épocas, sendo irrelevante para validar a hipótese levantada.

No terceiro *halving* do bitcoin (11/05/2020), é possível identificar retornos anormais apenas na janela de [0, +6]. O resultado da análise do estudo de Emrah



(2022), corrobora com os fatores positivos e negativos do mercado de criptomoedas. Ele encontra neste estudo, 22 valores significativos de retornos anormais para eventos negativos e 8 valores de retornos anormais para eventos positivos. Já El Mahdy (2021), sob a ótica no mercado de ações dos EUA, identificou retornos anormais significativos nos dois dias de anúncios nos *halvings* de 2012 e 2016 e, portanto, a escassa oferta do bitcoin foi prejudicial ao mercado.

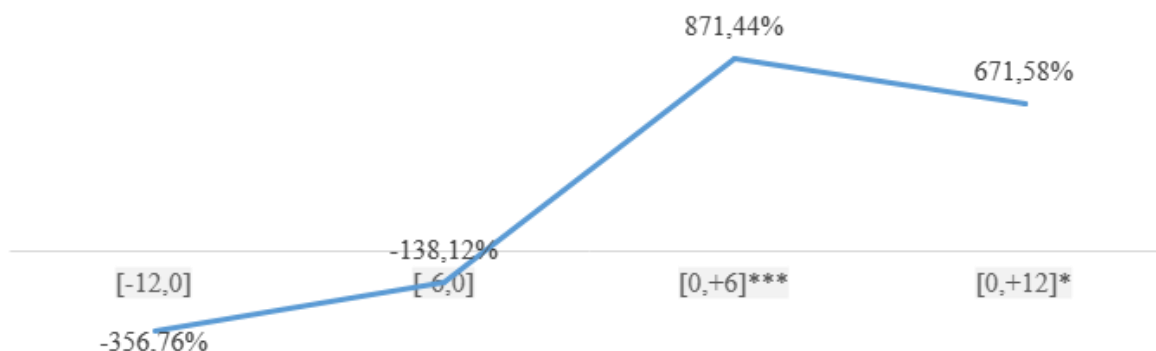
**TABELA 5 – ANÁLISE DAS JANELAS DE EVENTOS – HALVINGS DO BITCOIN.**

| Evento            | Data do Evento | Janelas mensais        |                        |                          |                        |
|-------------------|----------------|------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|
|                   |                | CAAR [-12,0]           | CAAR [-6,0]            | CAAR [0,+6]              | CAAR [0,+12]           |
| 1° <i>Halving</i> | 20/nov/12      | (0.0000)<br>(.)        | (0.0000)<br>(.)        | (0.0000)<br>(.)          | (0.0000)<br>(.)        |
| 2° <i>Halving</i> | 09/jul/16      | (0.0000)<br>(.)        | (0.0000)<br>(.)        | (0.0000)<br>(.)          | (0.0000)<br>(.)        |
| 3° <i>Halving</i> | 11/mai/20      | -356.7601%<br>(0.3176) | -138.1229%<br>(0.5234) | 871.4430%***<br>(0.0002) | 671.5774%*<br>(0.0642) |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: Com 4 janelas de eventos especificadas, assumindo suposição normal. A primeira linha de cada evento, refere-se ao CAAR. Já a segunda linha, refere-se ao resultado do p-valor. \*\*\*p-valor<.01, \*\*p-valor<.05, \*p-valor<.1. p-valor em parênteses.

Dessa forma, no primeiro e segundo *halving* do bitcoin não é possível identificar ou prever mudanças significativas na oscilação dos retornos anormais das criptomoedas. Já no terceiro *halving*, é possível identificar retornos anormais acumulados positivos nas janelas de [0,+6] e [0,+12], trazendo a expectativa de retornos maiores do que os esperados. Essas informações são demonstradas no Gráfico 3, onde é possível observar a mudança do comportamento do mercado mediante aos retornos anormais calculados após a realização do evento.

**GRÁFICO 3 – ANÁLISE DAS JANELAS DE EVENTOS – 3º HALVING DO BITCOIN.**

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: A linha azul representa os retornos anormais do grupo (pool) dos criptoativos selecionados, com intervalo de 6 meses das janelas.

Neste caso, como é possível observar na Tabela 6, a única criptomoeda que apresentou retornos anormais no terceiro *halving*, foi a DOGE, na janela de [0,+6], influenciando na movimentação de todo o grupo analisado. Numa análise de resultados, ao retirar a DOGE do grupo, a composição da carteira não apresenta um efeito significativo, podendo ser explicado, por esta criptomoeda ser impulsionada por fatores únicos, como eventos específicos ou dinâmicas do mercado, que a tornam uma exceção em relação às outras criptomoedas analisadas.

**TABELA 6 – ANÁLISE INDIVIDUAL DAS JANELAS DE EVENTOS – 3º HALVING DO BITCOIN.**

| Descrição | CAAR[-12,0]             | CAAR[-6,0]              | CAAR[0,+6]               | CAAR[0,+12]             |
|-----------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Ret_ETH   | -176.2569%<br>(0.05122) | -56.8217%<br>(0.7574)   | 47.6652<br>(0.7955)      | -50.4495%<br>(0.8530)   |
| Ret_XRP   | -288.2235%<br>(0.6221)  | -51.4749%<br>(0.8985)   | 150.2025%<br>(0.7100)    | -46.7581%<br>(0.9362)   |
| Ret_BNB   | -783.4892%<br>(0.4133)  | -392.0194%<br>(0.4939)  | 65.6908%<br>(0.9058)     | -258.7348%<br>(0.7783)  |
| Ret_ADA   | 301.7416%<br>(0.5970)   | 218.9549%<br>(0.5268)   | 529.1471%<br>(0.1829)    | 593.4801%<br>(0.3302)   |
| Ret_DOGE  | -329.2495%<br>(0.5941)  | -155.9073%<br>(0.6902)  | 1116.9918%**<br>(0.0162) | 920.9055%<br>(0.1567)   |
| Ret_SOL   | (.)                     | (.)                     | (.)                      | (.)                     |
| Ret_TRX   | -4437.9133%<br>(0.4334) | -2345.4114%<br>(0.4909) | -2261.6526%<br>(0.5056)  | -4317.9625%<br>(0.4450) |
| Ret_MATIC | (0.0000)<br>(.)         | (0.0000)<br>(.)         | (0.0000)<br>(.)          | (0.0000)<br>(.)         |

|            |            |           |           |            |
|------------|------------|-----------|-----------|------------|
| Ret_LTC    | 256.7029%  | -99.8519% | -31.0053% | -173.7548% |
|            | (0.2991)   | (0.5403)  | (0.8485)  | (0.4787)   |
| Ret_DOT    | (0.0000)   | (0.0000)  | (0.0000)  | (0.0000)   |
|            | (.)        | (.)       | (.)       | (.)        |
| Ret_HASH11 | (0.0000)   | (0.0000)  | (0.0000)  | (0.0000)   |
|            | (.)        | (.)       | (.)       | (.)        |
| Ret_QBTC11 | (0.0000)   | (0.0000)  | (0.0000)  | (0.0000)   |
|            | (.)        | (.)       | (.)       | (.)        |
| Ret_QETH11 | (0.0000)   | (0.0000)  | (0.0000)  | (0.0000)   |
|            | (.)        | (.)       | (.)       | (.)        |
| Ret_BITH11 | (0.0000)   | (0.0000)  | (0.0000)  | (0.0000)   |
|            | (.)        | (.)       | (.)       | (.)        |
| Ret_ETH11  | -179.2569% | -56.8217% | 47.6652%  | -50.4495%  |
|            | (0.5122)   | (0.7574)  | (0.7955)  | (0.8530)   |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: \*\*\* p-valor < .01, \*\* p-valor < .05, \* p-valor < .1. p-valor em parênteses. A data do evento é 11 de maio de 2020, com 4 janelas de eventos especificadas, assumindo suposição normal.

As criptomoedas SOL, MATIC e DOT e todas as ETFs, com exceção da ETH11, não tiveram retornos anormais devido aos períodos iniciais de negociação que ainda não estavam sendo transacionados.

As demais criptomoedas da Tabela 6 não obtiveram resultados significativos. Estes resultados podem ser explicados pelo perfil de volatilidade, que pode ser menor que o BTC, podendo trazer resultados menos expressivos, e pelo desempenho quando comparadas ao *benchmark* (BTC), possuindo resultados mais semelhantes, acompanhando de perto as flutuações do BTC e movendo-se na mesma direção. Logo, seus retornos apresentam menos disparidades, por serem comparados com o ativo de referência, sendo relevante acompanhar os períodos de *halving* para entender sua principal oscilação entre os retornos anormais.

## 4.4.2 Comparativo entre os testes realizados

### 4.4.2.1 Período de regulação brasileira

Considerando a data da divulgação, é possível identificar na Tabela 7, retornos anormais utilizando todas as metodologias, demonstrando que o efeito esperado de

forma positiva acontece nas janelas de 15 ou 30 dias após a realização do evento. Nos testes de Wilcoxon e BMP, essa janela se estende a todas que foram analisadas no artigo. Já no Grank, é possível visualizar apenas um retorno anormal acumulado na janela [-30,0].

**TABELA 7 – ANÁLISE COMPARATIVA DOS TESTES – DIVULGAÇÃO DA REGULAÇÃO.**

| Evento                                    | Testes   | Janelas diárias  |             |             |             |
|-------------------------------------------|----------|------------------|-------------|-------------|-------------|
|                                           |          | CAAR[-30,0]      | CAAR[-15,0] | CAAR[0,+15] | CAAR[0,+30] |
| Divulgação da Lei 14.478/2022 (21/dez/22) | Padrão   | -23.2879%**      | -6.8060%    | 16.8995%*** | 38.0579***  |
|                                           | Patell   | -<br>23.2879%*** | -6.8060%    | 16.8995%*** | 38.0579***  |
|                                           | BMP      | -<br>23.2879%*** | -6.8060%**  | 16.8995%*** | 38.0579***  |
|                                           | Wilcoxon | -<br>23.2879%*** | -6.8060%*** | 16.8995%*** | 38.0579***  |
|                                           | Grank    | -23.2879%*       | -6.8060%    | 16.8995%*   | 38.0579*    |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: \*\*\* p-valor < .01, \*\* p-valor < .05, \* p-valor < .1.

Com isso, para o período de divulgação da lei, todos os testes produzem resultados relevantes e significativos, sugerindo um padrão coerente nas relações analisadas, nas de natureza causal (uma variável influencia diretamente outra) e no fornecimento de suporte à análise.

Considerando a data da vigência, é possível identificar que na Tabela 8, retornos anormais, quando utilizadas todas as metodologias, exceto o Grank, em todas as janelas, demonstram efeito esperado de forma positiva que ocorre em até 15 e 20 dias após a realização do evento. Já antes deste acontecimento, os retornos reagem de forma negativa.

No caso do teste Grank, que não encontrou evidências estatisticamente significativas no período analisado, há indícios de que as observações têm

características semelhantes ao ativo de referência, podendo influenciar o resultado das análises de forma enviesada.

**TABELA 8 – ANÁLISE COMPARATIVA DOS TESTES – VIGÊNCIA DA REGULAÇÃO.**

| Evento                                  | Testes   | Janelas diárias |              |             |             |
|-----------------------------------------|----------|-----------------|--------------|-------------|-------------|
|                                         |          | CAAR[-30,0]     | CAAR[-15,0]  | CAAR[0,+15] | CAAR[0,+30] |
| Vigência da Lei 14.478/2022 (19/jun/23) | Padrão   | -18.4849%**     | -11.2341%*   | 14.2159%**  | 21.1786%**  |
|                                         | Patell   | -18.4849%**     | -11.2341%*   | 14.2159%**  | 21.1786%**  |
|                                         | BMP      | -18.4849%***    | -11.2341%*** | 14.2159%*** | 21.1786%*** |
|                                         | Wilcoxon | -18.4849%***    | -11.2341%*** | 14.2159%*** | 21.1786%*** |
|                                         | Grank    | -18.4849%       | -11.2341%    | 14.2159%    | 21.1786%    |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: \*\*\* p-valor < .01, \*\* p-valor < .05, \* p-valor < .1.

No geral, os testes aplicados foram robustos em comparação com o padrão, com exceção do Grank, sugerindo que os testes mantiveram sua eficácia mesmo quando comparados a um método ou critério de referência distinto, gerando uma maior confiabilidade nos resultados obtidos.

#### 4.4.2.2 Período de *halving*

Analisando a Tabela 9, é possível identificar retornos anormais utilizando a metodologia padrão, já indicada na seção anterior. O teste de Wilcoxon e Grank, na janela de eventos [0,+6] e [0,+12], demonstram que o efeito esperado de forma positiva, acontece em até 6 meses e 1 ano após a realização do 3º *halving*, apresentando maior robustez para os resultados obtidos no trabalho.

Já nos testes BMP, Wilcoxon e Grank identificaram retornos anormais nas janelas [-12,0] e [-6,0], demonstrando uma expectativa negativa do mercado em relação ao evento do 3º *halving*. Assim, ao examinar os resultados dos testes de Wilcoxon e Grank nos períodos que antecedem e sucedem o evento, há uma incerteza nas expectativas de mercado percebida antes do evento. No entanto, após o evento,

uma resposta positiva é influenciada por ele. Quanto ao 1º e 2º *halvings*, não foi possível obter as informações aplicadas pelas metodologias em função da disponibilidade e existência dos criptoativos da pesquisa.

**TABELA 9 – ANÁLISE COMPARATIVA DOS TESTES – *HALVINGS* DO BITCOIN.**

| Evento                                   | Testes   | Janelas mensais |               |              |              |
|------------------------------------------|----------|-----------------|---------------|--------------|--------------|
|                                          |          | CAAR[-12,0]     | CAAR[-6,0]    | CAAR[0,+6]   | CAAR[0,+12]  |
| 3º <i>Halving</i> do bitcoin (11/mai/20) | Padrão   | -356.7601%      | -138.1229%    | 871.4430%*** | 671.5774%*   |
|                                          | Patell   | -356.7601%      | -138.1229%    | 871.4430%    | 671.5774%    |
|                                          | BMP      | -356.7601%***   | -138.1229%*   | 871.4430%    | 671.5774%    |
|                                          | Wilcoxon | -356.7601%***   | -138.1229%*** | 871.4430%**  | 671.5774%**  |
|                                          | Grank    | -356.7601%***   | -138.1229%*** | 871.4430%*** | 671.5774%*** |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: \*\*\* p-valor < .01, \*\* p-valor < .05, \* p-valor < .1.

De todos os testes analisados, o Patell não foi significativo em nenhuma janela pois assume que as observações, em momentos diferentes do tempo, estão correlacionadas de maneira sistemática, ou seja, dependentes.

#### 4.4.3 Resultados gerais

Analisando os testes empíricos e hipóteses dos retornos anormais, não é possível rejeitar  $H_1$  e  $H_2$ . Os retornos anormais positivos ou negativos em período de movimentações na regulação e *halvings* do presente estudo. Isso demonstra que os retornos esperados sofrem impactos positivos ou negativos em comparação aos realizados.

O teste com maior robustez no 3º *halving* foi o Wilcoxon e Grank. Já na divulgação e vigência da lei, foi o BMP e o Wilcoxon, permitindo identificar retornos anormais em todas as janelas analisadas, sendo possível captar as incertezas do mercado antes do acontecimento do evento e, a confiança, após a realização do mesmo.

O teste de Patell, demonstrou menos robustez em determinadas hipóteses por serem sensíveis à correlação transversal e à volatilidade induzida por determinados eventos. O teste BMP, se tornou considerável nas janelas antes do acontecimento do evento. Já no teste Grank, esses pontos representam características fortes. E no teste de Wilcoxon, é levado em consideração o sinal e a magnitude dos ARs.

Os testes aplicados tiveram efeitos similares em alguns estudos, como o de Amsden (2019) que analisou o efeito dos anúncios feitos pela Binance e algumas negociações com informações privilegiadas, recomendando o Grank como o teste estatístico mais adequado e o Patell como o menos adequado. Utilizando o Wilcoxon, Ante (2022) examinou o efeito dos sete *tweets* de Elon Musk, relacionados ao bitcoin e Dogecoin, em 2020 e 2021, conseguindo revelar que cada *tweet* está associado a um volume de transações anormais.

#### **4.4.4 Limitação da pesquisa**

A utilização de modelos estatísticos tradicionais, como SIM, o MAM e o MFM, exigem disponibilidades de informações sobre fatores de risco relevantes, como os índices de mercados ou fatores específicos do setor. Porém, algumas características são importantes para rodar esses modelos: i) dados históricos; ii) alto grau de volatilidade, e iii) falta de fatores de riscos estabelecidos.

Devido às limitações mencionadas, o HMM foi o mais adequado para o presente estudo de criptomoedas. Os demais testes foram utilizados, porém não demonstraram eficiência em seu valor gerado. O HMM é um modelo que estima o retorno esperado com base no histórico de retornos passados das criptomoedas.

No entanto, é importante ressaltar que o HMM possui limitações: i) sensibilidade a *outliers*; ii) não considera os fatores de riscos como o mercado de ações, e iii) limitação de horizonte temporal.

## 4.5 CONCLUSÃO

O presente estudo examinou os retornos anormais acumulados das criptomoedas e ETFs em relação aos eventos analisados, sendo possível demonstrar a associação do retorno do bitcoin em comparação às 10 criptomoedas mais capitalizadas, desconsiderando as *stablecoins*, e as 5 ETFs mais negociadas. Desse modo, identifica-se os períodos de retornos anormais acumulados positivos e negativos, sendo utilizadas 5 metodologias distintas dos estudos de eventos em 4 janelas.

No caso, as metodologias aplicadas foram fundamentais para conclusão da análise, permitindo que, dependendo do evento, alguns métodos são mais sensíveis do que outros. Este fato ocorre devido às oscilações nos preços e o aumento significativo do volume negociado. Com isso, identifica-se que em todos os períodos analisados, o mercado sempre se comporta com retornos negativos significativos antes da data do evento (momento de incerteza) e retornos positivos foram relevantes após a realização do evento (momento de certeza), demonstrando que as criptomoedas e ETFs acompanham o mesmo movimento do BTC.

Para o período de regulação e de sua vigência em relação as criptomoedas e as ETFs vinculadas aos criptoativos, foi possível identificar retornos anormais, utilizando todos os testes, porém cada um com sua especificidade. Ou seja, os retornos anormais negativos acontecem antes da data do evento e os positivos após



esse período, com exceção da janela  $[-15,0]$  na data da divulgação, apresentando um movimento de incerteza e consolidação do BTC.

No caso dos *halvings*, não foi possível analisar retornos anormais significativos no primeiro (20/11/2012) e segundo (09/07/2016). Já no terceiro (11/05/2020), são identificados retornos anormais na janela  $[0,+6]$ , analisando o grupo, as ETFs e 1 criptomoeda individual, a DOGE. A utilização dos testes de Wilcoxon e Grank permitiram aumentar a percepção desses retornos em todas as janelas. Novamente, o resultado é próximo ao da divulgação e vigência da regulação brasileira.

Tratando do 3º período de *halving*, foi possível identificar retornos anormais negativos e positivos. Os retornos anormais negativos acontecem antes da data do evento e os positivos após esse período, isso implica que os comportamentos de queda e recuperação acontecem antes e depois, respectivamente.

Por conseguinte, utilizando as 5 metodologias, com exceção do Grank, os testes analisados geram uma intuição sobre uma eficiência semiforte, onde o preço se ajusta imediatamente às informações disponíveis sobre o mercado, validando as duas hipóteses levantadas no trabalho.

Para as análises futuras, é interessante pesquisar e acompanhar os avanços nas regulações, os quais podem gerar impacto direto nos retornos de outras ETFs vinculadas às criptomoedas, na expectativa dos próximos *halvings* e de seus comportamentos.

## REFERÊNCIAS

- Adnan, A. T. M., Hossain, A., Adnan, A., & Hossain, A. (2016). Impact of M&A announcement on acquiring and target firm's stock price: An event analysis approach. *International Journal of Finance and Accounting*, 5(5), 228-232. Doi.10.5923/j.ijfa.20160505.02
- Afzal, A., & Asif, A. (2019). Cryptocurrencies, blockchain and regulation: A review. *The Lahore Journal of Economics*, 24(1), 103-130. <https://doi.org/10.35536/lje.2019.v24.i1.a5>
- Ahmed, M. Y., Sarkodie, S. A., & Leirvik, T. (2023). Mutual coupling between stock market and cryptocurrencies. *Heliyon*, 9(5). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16179>
- Ahn, Y., & Kim, D. (2021). Emotional trading in the cryptocurrency market. *Finance Research Letters*, 42, 101912. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2020.101912>
- Andrianto, Y., & Diputra, Y. (2017). The effect of cryptocurrency on investment portfolio effectiveness. *Journal of Finance and Accounting*, 5(6), 229-238. <https://doi.org/10.11648/j.jfa.20170506.14>
- Ankenbrand, T., Bieri, D., Kronenberger, T., Lötscher, D., Sardon, A., Schüpbach, C., & Vincenz, D. (2021). Crypto Assets Study: An overview of the Swiss and Liechtenstein crypto assets ecosystem. *Institute of Financial Services Zug IFZ*, 1-39. <https://hub.hslu.ch/retailbanking/wp-content/uploads/sites/7/2022/08/IFZ-Crypto-Assets-Study-2021.pdf>
- Ante, L. (2020). A place next to Satoshi: foundations of blockchain and cryptocurrency research in business and economics. *Scientometrics*, 124(2), 1305-1333. <https://doi.org/10.1007/s11192-020-03492-8>
- Antonakakis, N., Chatziantoniou, I., & Gabauer, D. (2019). Cryptocurrency market contagion: Market uncertainty, market complexity, and dynamic portfolios. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 61, 37-51. <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2019.02.003>
- Armstrong, C. S., Barth, M. E., Jagolinzer, A. D., & Riedl, E. J. (2010). Market reaction to the adoption of IFRS in Europe. *The Accounting Review*, 85(1), 31-61. <https://doi.org/10.2308/accr.2010.85.1.31>
- Arora, G. (2020). Cryptoasset Regulatory Framework in Japan. *SSRN Product & Services*, 3720230, 2020. <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3720230>
- Auer, R., & Claessens, S. (2018). Regulating cryptocurrencies: assessing market reactions. *BIS Quarterly Review* September. [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3288097](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3288097)
- Australian Government - AUSTRAC. (2018). Australian Transaction Reports and

Analysis Centre "Digital Currency Exchange Providers: Register Online with AUSTRAC". <http://www.austrac.gov.au/news/digital-currency-exchange-providers-register-online-austrac>

Australian Securities & Investments Commission - ASIC. (2016). Annual Report. <https://download.asic.gov.au/media/4527819/annual-report-2016-17-published-26-october-2017-full.pdf>

Balcilar, M., Bekiros, S., & Gupta, R. (2017). The role of news-based uncertainty indices in predicting oil markets: a hybrid nonparametric quantile causality method. *Empirical Economics*, 53, 879-889. <https://doi.org/10.1007/s00181-016-1150-0>

Bayu, I. G. A. N. B., & Purbawangsa, I. B. A. (2023). Comparative study of abnormal return on dividend distribution in companies in the Indonesia stock exchange. *European Journal of Business and Management Research*, 8(1), 168-172. <https://www.ejbm.org/index.php/ejbm/article/view/1809/1031>

Bech, M., & Garratt, R. (2017). Criptomonedas de bancos centrales. Informe Trimestral Del BPI 2017. *BIS Quarterly Review, Switzerland*, 1-20. [https://www.bis.org/publ/qtrpdf/r\\_qt1709f\\_es.pdf](https://www.bis.org/publ/qtrpdf/r_qt1709f_es.pdf)

Ben-David, I., Franzoni, F., & Moussawi, R. (2017). Exchange-traded funds. *Annual Review of Financial Economics*, 9, 169-189. <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2865734>

Boehmer, E., Masumeci, J., & Poulsen, A. B. (1991). Event-study methodology under conditions of event-induced variance. *Journal of Financial Economics*, 30(2), 253-272. [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(91\)90032-F](https://doi.org/10.1016/0304-405X(91)90032-F)

Botelho, T. (2006). Responsabilidade Social e Ambiental: Reação do Mercado de Ações Brasileiras [Tese de doutorado, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro]. Biblioteca Digital PUC-Rio. [https://www.academia.edu/download/5537319/013\\_tatiana.pdf](https://www.academia.edu/download/5537319/013_tatiana.pdf)

Bouri, E., Gupta, R., Tiwari, A. K., & Roubaud, D. (2017). Does Bitcoin hedge global uncertainty? Evidence from wavelet-based quantile-in-quantile regressions. *Finance Research Letters*, 23, 87-95. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2017.02.009>

Brown, M. S., & Douglass, B. (2020). An event study of the effects of cryptocurrency thefts on cryptocurrency prices. *Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)*. <https://doi.org/10.22360/SpringSim.2020.CSE.001>

Brown, M. S., & Pelosi, M. J. (2019). Moving averages trading method applied to cryptocurrencies. *Economics, Commerce and Trade Management: An International Journal (ECTIJ)*, 2(1), 13-22. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3581974>

Brown, S. J., & Warner, J. B. (1985). Using daily stock returns: The case of event

studies. *Journal of Financial Economics*, 14(1), 3-31. [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(85\)90042-X](https://doi.org/10.1016/0304-405X(85)90042-X)

Câmara dos Deputados. (2018, 08 de julho). Projeto de Lei n. 2.303/2018. Dispõe sobre a inclusão das moedas virtuais e programas de milhagem aérea na definição de "arranjos de pagamento" sob a supervisão do Banco Central. [https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop\\_mostrarintegra?codteor=2121625](https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=2121625)

Câmara dos Deputados. (2022, 21 de dezembro). Lei n. 14.478/2022. Dispõe sobre diretrizes a serem observadas na prestação de serviços de ativos virtuais e na regulamentação das prestadoras de serviços de ativos virtuais. <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2022/lei-14478-21-dezembro-2022-793516-publicacaooriginal-166582-pl.html>

Campbell, J. Y., & Thompson, S. B. (2008). Predicting excess stock returns out of sample: Can anything beat the historical average?. *The Review of Financial Studies*, 21(4), 1509-1531. <https://doi.org/10.1093/rfs/hhm055>

Campbell, J. Y., Lo, A. W., MacKinlay, A. C., & Whitelaw, R. F. (1998). The econometrics of financial markets. *Macroeconomic Dynamics*, 2(4), 559-562. <https://doi.org/10.1017/S1365100598009092>

Chaim, P., & Laurini, M. P. (2019). Nonlinear dependence in cryptocurrency markets. *The North American Journal of Economics and Finance*, 48, 32-47. <https://doi.org/10.1016/j.najef.2019.01.015>

Chaiwut, W. (2023). Legal Framework Against Money Laundering Through Cryptocurrency and Blockchain Game in The US. *Toward Sustainable Development Goals: Digital Transformation and Beyond: International Conference 2023*. <https://ticc.icdi.cmu.ac.th/Files/paper/Paper%201.pdf>

Cheema, M. A., Szulczyk, K., & Bouri, E. (2020). Cryptocurrency returns and economic policy uncertainty: A multicountry analysis using linear and quantile-based models. *SSRN Product & Services*. <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3567635>

Cheng, H. P., & Yen, K. C. (2020). The relationship between the economic policy uncertainty and the cryptocurrency market. *Finance Research Letters*, 35, 101308. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2019.101308>

Civitarese, J., & Mendes, L. (2018). Bad news, technical development and cryptocurrencies stability. *Technical Development and Cryptocurrencies Stability*. <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3154124>

Clark, T. E., & West, K. D. (2007). Approximately normal tests for equal predictive accuracy in nested models. *Journal of Econometrics*, 138(1), 291-311. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2006.05.023>

Clayton, J. (2017). Statement on cryptocurrencies and initial coin offerings. *world. Statement of Cryptocurrencies and Initial Coin Offerings*.

<https://www.sec.gov/news/public-statement/statement-clayton-2017-12-11>

Cochrane, J. H. (2008). The dog that did not bark: A defense of return predictability. *The Review of Financial Studies*, 21(4), 1533-1575. <https://doi.org/10.1093/rfs/hhm046>

*Circular n. 1, de 05 de fevereiro de 2013.* (2013). Esclarecimentos sobre dispositivos da Instrução CVM n. 489, de 14 de janeiro de 2011. ICVM 489. <https://conteudo.cvm.gov.br/export/sites/cvm/legislacao/oficios-circulares/sin-snc/anexos/oc-sin-snc-0113.pdf>

Colon, F., Kim, C., Kim, H., & Kim, W. (2021). The effect of political and economic uncertainty on the cryptocurrency market. *Finance Research Letters*, 39, 101621. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2020.101621>

Corrado, C. J. (1989). A nonparametric test for abnormal security-price performance in event studies. *Journal of Financial Economics*, 23(2), 385-395. [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(89\)90064-0](https://doi.org/10.1016/0304-405X(89)90064-0)

Coskun, E. A., Lau, C. K. M., & Kahyaoglu, H. (2020). Uncertainty and herding behavior: evidence from cryptocurrencies. *Research in International Business and Finance*, 54, 101284. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2020.101284>

Cremers, K. M., Fulkerson, J. A., and Riley, T. B. (2019). Challenging the conventional wisdom on active management: A review of the past 20 years of academic literature on actively managed mutual funds. *Financial Analysts Journal*, 75(4):8–35. <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3247356>

Crypto Valley Association - CVA. (2022). About the Association. <https://cryptovalley.swiss/about-the-association/>

da Costa, T. R. C. C., Nazário, R. T., Bergo, G. S. Z., Sobreiro, V. A., & Kimura, H. (2015). "Trading system based on the use of technical analysis: A computational experiment", *Journal of Behavioral and Experimental Finance*, 6, 42-55. <https://doi.org/10.1016/j.jbef.2015.03.003>

Daley, M., & Yuen, L. (2022). Australian Treasury consults on proposed regulatory framework for crypto asset secondary service providers. *Financial Services Newsletter*, 21(6), 83-85. <https://doi.org/10.3316/agispt.20221117078099>

Demir, E., Gozgor, G., Lau, C. K. M., & Vigne, S. A. (2018). Does economic policy uncertainty predict the Bitcoin returns? An empirical investigation. *Finance Research Letters*, 26, 145-149. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2018.01.005>

Dolley, J. C. (1933). Characteristics and procedure of common stock split-ups. *Harvard Business Review*, 11(3), 316-326.

Durdu, E. (2018). Kripto para birimi olarak bitcoin ve ceza hukuku. *İstanbul: Galatasaray Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*. [https://acikbilim.yok.gov.tr/bitstream/handle/20.500.12812/87311/yokAcikBilim\\_1](https://acikbilim.yok.gov.tr/bitstream/handle/20.500.12812/87311/yokAcikBilim_1)

0210979.pdf?sequence=-1&isAllowed=y

- Ehiedu, V. C., & Obi, C. K. (2022). Efficient market hypothesis (EMH) and the Nigerian stock exchange in the midst of global financial crises. *International Journal of Academic Management Science Research (IJAMSR)*, 6(8), 263-273. <http://ijeais.org/wp-content/uploads/2022/8/IJAMSR220822.pdf>
- Ejem, C. A., & Ogbonna, U. G. (2019). Modeling volatility and daily exchange rate movement in Nigeria. *International Journal of Economics and Financial Research, Academic Research Publishing Group*, 5(11), 264-275. <http://dx.doi.org/10.32861/ijefr.511.264.275>
- El Mahdy, D. (2021). The economic effect of Bitcoin halving events on the US capital market. *Accounting and Finance Innovations*, 65. doi: 10.5772/intechopen.96791
- Emrah, Ö. G. E. T. (2022). The effect of positive and negative events on cryptocurrency prices. *Ekonomi Politika ve Finans Araştırmaları Dergisi*, 7(1), 16-31. <https://doi.org/10.30784/epfad.1011204>
- Fama, E. F. (1970). Session topic: stock market price behavior. *The Journal of Finance*, 25(2), 383-417. <https://doi.org/10.2307/2325486>
- Fama, E. F. (1991). Efficient capital markets: II. *The Journal of Finance*, 46(5), 1575-1617. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1991.tb04636.x>
- Fama, E. F., Fisher, L., Jensen, M. C., & Roll, R. (1969). The adjustment of stock prices to new information. *International Economic Review*, 10(1), 1-21. <https://doi.org/10.2307/2525569>
- Fama, E. F., & French, K. R. (1993). Common risk factors in the returns on stocks and bonds. *Journal of Financial Economics*, 33(1), 3-56. [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(93\)90023-5](https://doi.org/10.1016/0304-405X(93)90023-5)
- Fama, L., Rojas, A. M., Goyanes, S., & Gerschenson, L. (2005). Mechanical properties of tapioca-starch edible films containing sorbates. *LWT- Food Science and Technology*, 38(6), 631-639. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2004.07.024>
- Fang, L., Bouri, E., Gupta, R., & Roubaud, D. (2019). Does global economic uncertainty matter for the volatility and hedging effectiveness of Bitcoin?. *International Review of Financial Analysis*, 61, 29-36. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2018.12.010>
- Fernández, M. F., Henry, Ó., Pybis, S., & Stamatogiannis, M. P. (2023). Can we forecast better in periods of low uncertainty? The role of technical indicators. *Journal of Empirical Finance*, 71, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.jempfin.2022.12.014>
- Financial Crimes Enforcement Network - FinCEN. (2020). The Anti-Money Laundering Act of 2020. <https://www.fincen.gov/anti-money-laundering-act-2020>

- Frebowitz, R. L. (2018). *Cryptocurrency and state sovereignty* [Doctoral dissertation, Naval Postgraduate School]. [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/ba/CRYPTOCURRENCY\\_AND\\_STATE\\_SOVEREIGNTY\\_%28IA\\_cryptocurrencyan1094559663%29.pdf](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/ba/CRYPTOCURRENCY_AND_STATE_SOVEREIGNTY_%28IA_cryptocurrencyan1094559663%29.pdf)
- French, J. (2018). Market moods: An investor sentiment event study. *Foresight*, 20(5), 488-506 <https://doi.org/10.1108/FS-02-2018-0018>
- Gerritsen, D. F., Bouri, E., Ramezanifar, E., & Roubaud, D. (2020). The profitability of technical trading rules in the Bitcoin market. *Finance Research Letters*, 34, 101263. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2019.08.011>
- Gozgor, G., Tiwari, A. K., Demir, E., & Akron, S. (2019). The relationship between Bitcoin returns and trade policy uncertainty. *Finance Research Letters*, 29, 75-82. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2019.03.016>
- 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 Management*, 15(10), 442. <https://doi.org/10.3390/jrfm15100442>
- Haq, I. U., Maneengam, A., Chupradit, S., Suksatan, W., & Huo, C. (2021). Economic policy uncertainty and cryptocurrency market as a risk management avenue: A systematic review. *Risks*, 9(9), 163. <https://doi.org/10.3390/risks9090163>
- Hartman, R. S., Drake, K. M., & McGuire, T. G. (2019). Event study analysis in cases with multiple brand-generic reverse-payment settlements. *International Journal of the Economics of Business*, 26(3), 399-410. <https://doi.org/10.1080/13571516.2019.1651151>
- Hassan, M. K., Hasan, M. B., & Rashid, M. M. (2021). Using precious metals to hedge cryptocurrency policy and price uncertainty. *Economics Letters*, 206, 109977. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2021.109977>
- Hashemi Joo, M., Nishikawa, Y., & Dandapani, K. (2020). Announcement effects in the cryptocurrency market. *Applied Economics*, 52(44), 4794-4808. <https://doi.org/10.1080/00036846.2020.1745747>
- Hu, M. (2023). Post-Quantum Secure Deterministic Wallet: Stateless, Hot/Cold Setting, and More Secure. *Cryptology ePrint Archive*. <https://eprint.iacr.org/2023/062.pdf>
- Hung, N. H., & Zhaojun, Y. (2014). Moving Average Trading Rules: Are They Trending Following Devices? Evidence from the Vietnamese Stock Market. *International Review of Management and Business Research*, 3(4), 2070. <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=0d5903f8f62a2c3553ce0851f981f87cbb08bc9e>
- Inshyn, M., Mohilevskyi, L., & Drozd, O. (2018). The issue of cryptocurrency legal regulation in Ukraine and all over the world: a comparative analysis. *Baltic Journal*

of *Economic Studies*, 4(1), 169-174. <https://doi.org/10.30525/2256-0742/2018-4-1-169-174>

*Instrução CVM n. 617, de 05 de dezembro de 2019.* (2019). Dispõe sobre a prevenção à lavagem de dinheiro e ao financiamento do terrorismo – PLDFT no âmbito do mercado de valores mobiliários. CVM. <https://conteudo.cvm.gov.br/export/sites/cvm/legislacao/instrucoes/anexos/600/instr617.pdf>

*Instrução RFB n. 1.888/2019, 03 de maio de 2019.* (2019). Institui e disciplina a obrigatoriedade de prestação de informações relativas às operações realizadas com criptoativos à Secretaria Especial da Receita Federal do Brasil (RFB). RFB. <http://normas.receita.fazenda.gov.br/sijut2consulta/link.action?idAto=100592>

Ivaniuk, V. (2020). Cryptocurrency exchange regulation—An international review. *Studia Prawnoustrojowe*, (48). <https://doi.org/10.31648/sp.5520>

Iwashita, N. (2019). Regulation of crypto-asset exchanges and the necessity of international cooperation. *T20/TF2 Policy Brief, March, 15, 2019*. <https://t20japan.org/wp-content/uploads/2019/03/t20-japan-tf2-3-regulation-crypto-asset-exchanges.pdf>

Jackson, O. (2018). Ofac's crypto blacklist could drive investors to riskier exchanges. *International Financial Law Review*. <http://www.iflr.com/Article/3799007/%5bOPEN-ACCESS%5d-Ofacs-crypto-blacklist-could-drive-investorst-to-riskier-exchanges.html>

Ji, Q., Bouri, E., Roubaud, D., & Kristoufek, L. (2019). Information interdependence among energy, cryptocurrency and major commodity markets. *Energy Economics*, 81, 1042-1055. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.06.005>

Ji, Q., Bouri, E., Kristoufek, L., & Lucey, B. (2021). Realised volatility connectedness among Bitcoin exchange markets. *Finance Research Letters*, 38, 101391. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2019.101391>

Johannessen, N., & Larsen, D. T. (2016). The power of financial transparency: An event study of country-by-country reporting standards. *Economics Letters*, 145, 120-122. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2016.05.029>

John, S. (2023). The Intersection of Cryptocurrencies with Securities Law. *International Journal of Research in Science & Engineering (IJRISE)*, 3(03), 17-29. <https://doi.org/10.55529/ijrise.33.17.29>

Kapengut, E., & Mizrach, B. (2023). An event study of the ethereum transition to proof-of-stake. *Commodities*, 2(2), 96-110. <https://doi.org/10.3390/commodities2020006>

Karaömer, Y., & Kakilli Acaravci, S. (2023). Adaptive market hypothesis: Evidence from the cryptocurrency market. *Iranian Journal of Management Studies*, 16(1), 125-138. <https://doi.org/10.22059/ijms.2022.336833.674889>



- Kolari, J. W., & Pynnönen, S. (2010). Event study testing with cross-sectional correlation of abnormal returns. *The Review of Financial Studies*, 23(11), 3996-4025. <https://doi.org/10.1093/rfs/hhq072>
- Kolari, J. W., & Pynnönen, S. (2011). Nonparametric rank tests for event studies. *Journal of Empirical Finance*, 18(5), 953-971. <https://doi.org/10.1016/j.jempfin.2011.08.003>
- Kolaric, S., & Schiereck, D. (2016). Are stock markets efficient in the face of fear? Evidence from the terrorist attacks in Paris and Brussels. *Finance Research Letters*, 18, 306-310. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2016.05.003>
- Kothari, S. P., & Warner, J. B. (2007). *Econometrics of event studies*. Elsevier: In Handbook of empirical corporate finance (pp. 3-36). <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53265-7.50015-9>
- Klynveld, Peat, Marwick & Goerdeler - KPMG. (2021). Ordinance of The Swiss Financial market supervisory authority on the prevention of Money Laundering and the Financial of Terrorist Activities. <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/ch/pdf/swiss-anti-money-laundering-ordinance-finma-en.pdf>
- Krawczyk, S. (2022). Cryptocurrency Price Evolution Analysis in relation with Complex Social Phenomenons and Network Effects. *Université Paris 1*. [http://cazabetremy.fr/rTeam/Internship\\_Report\\_LIRIS\\_Sebastian\\_Krawczyk-2.pdf](http://cazabetremy.fr/rTeam/Internship_Report_LIRIS_Sebastian_Krawczyk-2.pdf)
- Kroll, J. A., Davey, I. C., & Felten, E. W. (2013). The economics of Bitcoin mining, or Bitcoin in the presence of adversaries. *Felten Princeton University: In Proceedings of WEIS (Vol. 2013, No. 11)*. <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=7bf78054192d98e999edcdf08971a5eed42518d2>
- Kuo, S. Y., & Chou, Y. H. (2021). Building intelligent moving average-based stock trading system using metaheuristic algorithms. *Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)*. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3119041>
- aKyriazis, N. A. (2021). A survey on volatility fluctuations in the decentralized cryptocurrency financial assets. *Journal of Risk and Financial Management*, 14(7), 293. <https://doi.org/10.3390/jrfm14070293>
- Li, L., Rohlin, S., & Singleton, P. (2017). Labor unions and occupational safety: Event-study analysis using union elections. *Center of Policy Research*. <https://surface.syr.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1237&context=cpr>
- Lima, C. (2014). Teste de Wilcoxon [Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC]. [http://www.inf.ufsc.br/~vera.carmo/Testes\\_de\\_Hipoteses/Teste\\_nao\\_parametrico\\_Wilcoxon.pdf](http://www.inf.ufsc.br/~vera.carmo/Testes_de_Hipoteses/Teste_nao_parametrico_Wilcoxon.pdf)
- Lin, Z. Y. (2021). Investor attention and cryptocurrency performance. *Finance*

- Research Letters*, 40, 101702. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2020.101702>
- Lindsay, M. G. (2023). International rise of cryptocurrency: A comparative review of The United States, Mexico, Singapore, and Switzerland's Anti-Money Laundering (AML) Regulation. *South Carolina Journal of International Law and Business*, 19(2), 8. <https://scholarcommons.sc.edu/scjilb/vol19/iss2/8>
- Loughran, T., & Ritter, J. R. (1995). The new issues puzzle. *The Journal of Finance*, 50(1), 23-51. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1995.tb05166.x>
- Lucey, B. M., Vigne, S. A., Yarovaya, L., & Wang, Y. (2022). The cryptocurrency uncertainty index. *Finance Research Letters*, 45, 102147. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2021.102147>
- MacKinlay, A. C. (1997). Event studies in economics and finance. *Journal of Economic Literature*, 35(1), 13-39. <https://www.jstor.org/stable/2729691>
- Marra, S. (2015). Predicting volatility. *Lazard Asset Management*. [https://www.lazardassetmanagement.com/docs/sp0/22430/predictingvolatility\\_lazardresearch.pdf](https://www.lazardassetmanagement.com/docs/sp0/22430/predictingvolatility_lazardresearch.pdf)
- Meyer, J., Gremler, D. D., & Hogueve, J. (2014). Do service guarantees guarantee greater market value?. *Journal of Service Research*, 17(2), 150-163. <http://dx.doi.org/10.1177/1094670513505359>
- Meynkhard, A. (2019). Fair market value of bitcoin: Halving effect. *Investment Management and Financial Innovations*, 16(4), 72-85. doi: [http://dx.doi.org/10.21511/imfi.16\(4\).2019.07](http://dx.doi.org/10.21511/imfi.16(4).2019.07)
- Mikkelsen, W. H., & Partch, M. M. (1988). Withdrawn security offerings. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 23(2), 119-133. <https://doi.org/10.2307/2330876>
- Mirza, N., Naqvi, B., Rahat, B., & Rizvi, S. K. A. (2020). Price reaction, volatility timing and funds' performance during Covid-19. *Finance Research Letters*, 36, 101657. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2020.101657>
- Miyajima, H., & Yafeh, Y. (2007). Japan's banking crisis: An event-study perspective. *Journal of Banking & Finance*, 31(9), 2866-2885. <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2007.03.006>
- Mohsin, K. (2022). Cryptocurrency Legality & Regulations—International Scenario. *International Journal of Cryptocurrency Research*, ISSN, 2790-1386. <https://doi.org/10.51483/IJCCR.2.1.2022.19-29>
- Morgan, J. P. (1996). Reuters (1996). RiskMetrics Technical Document. Retrieved from the World Wide Web: [www.jpmorgan.com](http://www.jpmorgan.com). <http://www.riskmetrics.com/rmcovv.html>
- Nair, M., & Cachanosky, N. (2017). Bitcoin and entrepreneurship: breaking the network

- effect. *The Review of Austrian Economics*, 30, 263-275.  
<https://doi.org/10.1007/s11138-016-0348-x>
- Nakagawa, K., & Sakemoto, R. (2022). Market uncertainty and correlation between Bitcoin and Ether. *Finance Research Letters*, 50, 103216.  
<https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4076411>
- Neely, C. J., Rapach, D. E., Tu, J., & Zhou, G. (2014). Forecasting the equity risk premium: the role of technical indicators. *Management Science*, 60(7), 1772-1791.  
<https://doi.org/10.1287/mnsc.2013.1838>
- Neto, A. A. (2011). *Investimento em ações: guia teórico e prático para investidores*. Inside Books.
- Ozturk, L., & Sulungur, E. (2021). The regulation problem of cryptocurrencies. In C. Cobanoglu, & V. Della Corte (Eds.), *Advances in global services and retail management* (pp. 1–12). USF M3 Publishing.  
<https://www.doi.org/10.5038/9781955833035>
- Parliament of Australia. (2017). Anti-Money Laundering and Counter-Terrorism Financing Amendment Bill 2017.  
[https://www.aph.gov.au/Parliamentary\\_Business/Bills\\_Legislation/bd/bd1718a/18bd047](https://www.aph.gov.au/Parliamentary_Business/Bills_Legislation/bd/bd1718a/18bd047)
- Paule-Vianez, J., Prado-Román, C., & Gómez-Martínez, R. (2020). Economic policy uncertainty and Bitcoin. Is Bitcoin a safe-haven asset?. *European Journal of Management and Business Economics*, 29(3), 347-363.  
<https://doi.org/10.1108/EJMBE-07-2019-0116>
- Patel, J., Shah, S., Thakkar, P., & Kotecha, K. (2015). Predicting stock and stock price index movement using trend deterministic data preparation and machine learning techniques. *Expert Systems With Applications*, 42(1), 259-268.  
<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2014.07.040>
- Patell, J. M. (1976). Corporate forecasts of earnings per share and stock price behavior: Empirical test. *Journal of Accounting Research*, 246-276.  
<https://doi.org/10.2307/2490543>
- Patell, J. M., & Wolfson, M. A. (1979). Anticipated information releases reflected in call option prices. *Journal of Accounting and Economics*, 1(2), 117-140.  
[https://doi.org/10.1016/0165-4101\(79\)90003-X](https://doi.org/10.1016/0165-4101(79)90003-X)
- Payment Services Act - PSA. (2009). Japanese Law Translation.  
<https://www.japaneselawtranslation.go.jp/en/laws/view/3078/en>
- Payment Services Act - PSA. (2018). One Firm Worldwide.  
<https://www.jonesday.com/-/media/files/publications/2019/04/japan-legal-update-46/japan-legal-update-april-2019.pdf?rev=5dbc2dcb937641c79a6cc8d135199b07>

- Projeto de Lei n. 3.825, de 02 de julho de 2019.* (2019). Disciplina os serviços referentes a operações realizadas com criptoativos em plataformas eletrônicas de negociação. Senado Federal.  
<https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/137512>
- Projeto de Lei n. 3.949 de 09 de julho de 2019.* (2019). Dispõe sobre transações com moedas virtuais e estabelece condições para o funcionamento das exchanges de criptoativos. Senado Federal.  
<https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/137644>
- Ramadhani, M. H. Z. K., Ulfah, Y., & Rinaldi, M. (2022). The Impact of Bitcoin Halving Day on Stock Market in Indonesia. *Journal of International Conference Proceedings*, 5(3), 127-137. <https://doi.org/10.32535/jicp.v5i3.1800>
- Ramos, D., & Zanko, G. (2020). A review of decentralized finance as an application of increasing importance of blockchain technology. *Mobileyour Life*.  
[https://static1.squarespace.com/static/553d790de4b08ceb08ab88fd/t/5edad60507a67f295a96b321/1591399942593/DeFi\\_SciPaper.pdf](https://static1.squarespace.com/static/553d790de4b08ceb08ab88fd/t/5edad60507a67f295a96b321/1591399942593/DeFi_SciPaper.pdf)
- Rapach, D. E., Ringgenberg, M. C., & Zhou, G. (2016). Short interest and aggregate stock returns. *Journal of Financial Economics*, 121(1), 46-65.  
<https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2016.03.004>
- Rapach, D. E., Strauss, J. K., & Zhou, G. (2010). Out-of-sample equity premium prediction: Combination forecasts and links to the real economy. *The Review of Financial Studies*, 23(2), 821-862. <https://doi.org/10.1093/rfs/hhp063>
- Sakhare, N. N., & Imambi, S. S. (2022). Technical Analysis Based Prediction of Stock Market Trading Strategies Using Deep Learning and Machine Learning Algorithms. *International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering*, 10(3), 411-421. <https://ijisae.org/index.php/IJISAE/article/download/2182/894>
- Schweizerische Bundesrat (2019). Federal Council. Bundesgesetz zur Anpassung des Bundesrechts an Entwicklungen der Technik verteilter elektronischer Register *Federal Act on the Adaptation of Federal Law to Developments in Distributed Ledger Technology*.  
<https://www.news.admin.ch/news/message/attachments/60601.pdf>
- Securities and Exchange Commission – SEC. (2013). Agency Financial Report.  
<https://www.sec.gov/about/secpar/secafr2013.pdf>
- Senado Federal. (2022, 26 de abril). Senado aprova mercado de criptomoedas com incentivo para energia renovável.  
<https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2022/04/26/senado-aprova-mercado-de-criptomoedas-com-incentivo-para-energia-renovavel>
- Serra, A. P. (2004). Event study tests: a brief survey. *Gestão. Org-Revista Eletrônica de Gestão Organizacional*, 2(3), 248-255.  
[https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=1066816](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1066816)

- Sensoy, A. (2019). The inefficiency of Bitcoin revisited: A high-frequency analysis with alternative currencies. *Finance Research Letters*, 28, 68-73. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2018.04.002>
- Sezg n, F. S., &  zurak, C. (2022). Are Crypto Assets Connected to Real World Shocks? The Nexus Between Terrorist Attacks, Bitcoin and NFTs. *Instabul University Press*. <https://doi.org/10.26650/JEPR1127482>
- Shahzad, S. J. H., Bouri, E., Kang, S. H., & Saeed, T. (2021). Regime specific spillover across cryptocurrencies and the role of COVID-19. *Financial Innovation*, 7, 1-24. <https://doi.org/10.1186/s40854-020-00210-4>
- Shanaev, S., Sharma, S., Ghimire, B., & Shuraeva, A. (2020). Taming the blockchain beast? Regulatory implications for the cryptocurrency Market. *Research in International Business and Finance*, 51, 101080. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2019.101080>
- Sharif, A., Aloui, C., & Yarovaya, L. (2020). COVID-19 pandemic, oil prices, stock market, geopolitical risk and policy uncertainty nexus in the US economy: Fresh evidence from the wavelet-based approach. *International Review of Financial Analysis*, 70, 101496. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2020.101496>
- Shen, D., Urquhart, A., & Wang, P. (2019). Does twitter predict Bitcoin?. *Economics Letters*, 174, 118-122. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2018.11.007>
- Shynkevich, Y., McGinnity, T. M., Coleman, S. A., Belatreche, A., & Li, Y. (2017). Forecasting price movements using technical indicators: Investigating the impact of varying input window length. *Neurocomputing*, 264, 71-88. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2016.11.095>
- Singh, P. (2022). Is the Financial Market ready for Cryptocurrency ETFs?-A critical evaluation. *The Journal of Risk Finance*, 23(4), 456-460. <https://doi.org/10.1108/JRF-08-2022-241>
- Sorescu, A. Warren, N. L., & Ertekin, L. (2017). Event study methodology in the marketing literature: an overview. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 45, 186-207. <https://doi.org/10.1007/s11747-017-0516-y>
- Sorokina, N., Booth, D. E., & Thornton Jr, J. H. (2013). Robust methods in event studies: Empirical evidence and theoretical implications. *Journal of Data Science*, 11. <https://www.researchgate.net/profile/David-Booth-7/post/What-test-to-use-to-compare-mean-values-of-price-of-the-same-product-between-two-consecutive-time-periods/attachment/5e7fd816cfe4a7809f8c3d01/AS%3A874199010787329%401585436694561/download/JDS-1166.pdf>
- Statamodels (2023). Markov switching dynamic regression models. *Manuals 14*. [https://www.statmodels.org/dev/examples/notebooks/generated/markov\\_regression.html](https://www.statmodels.org/dev/examples/notebooks/generated/markov_regression.html)

- Sullivan, R., Timmermann, A., & White, H. (1999). Data-snooping, technical trading rule performance, and the bootstrap. *The Journal of Finance*, 54(5), 1647-1691. <https://doi.org/10.1111/0022-1082.00163>
- Tharavanij, P., Siraprapasiri, V., & Rajchamaha, K. (2015). Performance of technical trading rules: evidence from Southeast Asian stock markets. *Springer Plus*, 4, 1-40. <https://doi.org/10.1186/s40064-015-1334-7>
- Val, F. D. F., Klotzle, M. C., Pinto, A. C. F., & Barbedo, C. H. D. S. (2018). Stock market reaction to monetary policy: An event study analysis of the Brazilian case. *Emerging Markets Finance and Trade*, 54(11), 2577-2595. <https://doi.org/10.1080/1540496X.2017.1364622>
- Welch, I., & Goyal, A. (2008). A comprehensive look at the empirical performance of equity premium prediction. *The Review of Financial Studies*, 21(4), 1455-1508. <https://doi.org/10.1093/rfs/hhm014>
- Wilcoxon, F. (1945). Some uses of statistics in plant pathology. *Biometrics Bulletin*, 1(4), 41-45. <https://doi.org/10.2307/3002011>
- Yarovaya, L., Matkovskyy, R., & Jalan, A. (2021). The effects of a “black swan” event (COVID-19) on herding behavior in cryptocurrency markets. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 75, 101321. <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2021.101321>
- Yen, K. C., & Cheng, H. P. (2021). Economic policy uncertainty and cryptocurrency volatility. *Finance Research Letters*, 38, 101428. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2020.101428>
- Yoo, T. (2017). Here's fintech's secret pitch to the RBA to create an Australian dollar cryptocurrency. *Business Insider*. <https://www.businessinsider.com.au/auscoin-fintechs-secret-pitch-to-the-rba-to-create-an-australian-dollar-cryptocurrency-2017->
- Yu M, Gao R, Su X, Jin X, Zhang H, Song. (2019) Forecasting bitcoin volatility: the role of leverage effect and uncertainty. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2019.03.072>.
- Zhang, S., & Gregoriou, A. (2020). The price and liquidity impact of China forbidding initial coin offerings on the cryptocurrency market. *Applied Economics Letters*, 27(20), 1695-1698. <https://doi.org/10.1080/13504851.2020.1713979>

## CONCLUSÃO GERAL

O objetivo desta pesquisa, foi buscar uma melhor compreensão do tema das criptomoedas sobre a evolução dos posicionamentos regulatórios, examinar o grau de incerteza do bitcoin e analisar os retornos anormais das 10 criptomoedas mais negociadas.

A pesquisa teve como base: (i) os direcionamentos de países que já possuem evolução considerável no tema de criptomoedas; (ii) as incertezas dos mercados tradicionais, sendo possível medir e replicar para o bitcoin, e (iii) a realização de cálculos dos retornos anormais em janelas de eventos que são relevantes para o melhor entendimento deste mercado.

A tese foi dividida em três capítulos principais, permitindo uma melhor abordagem de cada um dos assuntos: capítulo 2, recomendação para o desenvolvimento da regulação brasileira; capítulo 3, discussão sobre as incertezas no bitcoin por meio de 14 preditores técnicos; capítulo 4, análise dos retornos anormais nos períodos de *halvings* e regulação brasileira.

No capítulo 2, foi sugerido quatro recomendações para o desenvolvimento da regulação das criptomoedas no Brasil: (i) desenvolvimento das *exchanges*; (ii) revisão dos termos ativos virtuais; (iii) relato ao BACEN sobre possíveis atividades ilícitas, e (iv) proposta de criação de uma secretaria especial para o BACEN, garantindo maior proteção aos usuários e crescimento do país.

No capítulo 3, foi analisado que os períodos de baixa incerteza são mais eficazes e consideram os indicadores relacionados a MOM e VOL com um desempenho melhor, do que em alta incerteza. Sendo assim, garante um melhor desempenho e segurança para o mercado em momentos de baixa incerteza.

No capítulo 4, o trabalho identificou retornos anormais negativos significativos antes da data do evento (momento de incerteza) e retornos positivos foram relevantes após a realização do evento (momento de certeza), considerando as criptomoedas e ETFs analisadas. Com isso, há um direcionamento para o mercado sobre os momentos antes e depois da realização dos eventos.

Por fim, o tema sobre regulação de criptomoedas, incertezas de mercado e retornos anormais em relação aos preços, permitiu ampliar a teoria na prática para os investidores interessados neste mercado, e os resultados podem ser usados como uma ferramenta de direcionamento para a tomada de decisões e a expectativa sobre a ocorrência de um evento específico que implica numa maior proteção aos valores investidos.



## APÊNDICE A – Criptomoedas e ETFs utilizadas no capítulo 4.

TABELA 1 – CRIPTOMOEDAS UTILIZADAS NO CAPÍTULO 4.

| Identificação                            | Nome     | Siglas | Capitalização de mercado em Julho de 2023-em trilhão de R\$ | %             |
|------------------------------------------|----------|--------|-------------------------------------------------------------|---------------|
| 1                                        | Bitcoin  | BTC    | R\$ 2,8T                                                    | 48,5%         |
| 2                                        | Ethereum | ETH    | R\$ 1,1T                                                    | 18,9%         |
| 3                                        | Ripple   | XRP    | R\$ 0,2T                                                    | 3,2%          |
| 4                                        | Binance  | BNB    | R\$ 0,2T                                                    | 3,1%          |
| 5                                        | Cardano  | ADA    | R\$ 0,1T                                                    | 0,9%          |
| 6                                        | Dogecoin | DOGE   | R\$ 0,0T                                                    | 0,8%          |
| 7                                        | Solana   | SOL    | R\$ 0,0T                                                    | 0,8%          |
| 8                                        | Tron     | TRX    | R\$ 0,0T                                                    | 0,6%          |
| 9                                        | Polygon  | MATIC  | R\$ 0,0T                                                    | 0,6%          |
| 10                                       | Litecoin | LTC    | R\$ 0,0T                                                    | 0,6%          |
| 11                                       | Polkadot | DOT    | R\$ 0,0T                                                    | 0,5%          |
| <b>Total da capitalização do mercado</b> |          |        | <b>R\$ 5,7T</b>                                             | <b>100,0%</b> |
| <b>Total das 11 criptomoedas</b>         |          |        | <b>R\$ 4,5T</b>                                             | <b>78,6%</b>  |
| <b>Total das 10 criptomoedas sem BTC</b> |          |        | <b>R\$ 1,7T</b>                                             | <b>30,1%</b>  |

Fonte: Adaptado de <https://coinmarketcap.com/pt-br/charts/>.

TABELA 2 – ETFs UTILIZADAS NO CAPÍTULO 4.

| Identificação | Siglas | Índice Replicado                | Composição da Carteira                                                                                                                                                    |
|---------------|--------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1             | HASH11 | Nasdaq Crypto Index             | Bitcoin (65%), Ethereum (31,14%), Litecoin (0,90%), BitcoinCash (0,48%), Chainlink (0,47%), Polkadot (0,42%), Stellar (0,38%), Uniswap (0,31% e Ethereum Classic (0,17%). |
| 2             | QBTC11 | CF Benchmarks                   | Bitcoin (99,93%), Real (0,06%) e Dólar (0,01%).                                                                                                                           |
| 3             | QETH11 | CME CF Ether Reference Rate     | Bitcoin (99,98%), Real (0,01%) e Dólar (0,01%).                                                                                                                           |
| 4             | BITH11 | Nasdaq Bitcoin Reference Price  | Bitcoin (95%) e variação secundária (5%).                                                                                                                                 |
| 5             | ETH11  | Nasdaq Ethereum Reference Price | Ethereum (100%).                                                                                                                                                          |

Fonte: Adaptado de <https://borainvestir.b3.com.br>.

## APÊNDICE B – Código utilizado no capítulo 3 - *Python*.

O código apresentado abaixo, serviu de insumo para rodar os resultados encontrados utilizando a linguagem *Python*, sendo assim, os procedimentos são encontrados abaixo (Statamodels, 2023):

- 1) Instalação do pacote - “pip install statsmodels”;
  - 2) Instalação das bibliotecas - “%matplotlib inline, import numpy as np, import pandas as pd, import statsmodels.api as sm, import matplotlib.pyplot as plt”;
  - 3) Importar os dados do *excel* - “arquivo\_excel - (importar o diretório do seu arquivo)”;
  - 4) Carregue os dados do arquivo *excel* em um DataFrame - “df = pd.read\_excel(arquivo\_excel)”;
  - 5) Gerar o gráfico com dos períodos de alta e baixa incerteza, gráfico 1 da tese -
- ```
# Exemplo de dados.

LogBTC = df['LogBTC']

Dif = df['Dif']

months = df['Data'] # Coluna 'Month' com os meses correspondentes.

# Criar uma figura e um eixo.

fig, ax = plt.subplots(figsize=(12, 3))

# Plot do BTC.

LogBTC.plot(title="LogBTC", ax=ax)

# Adicionar sombras verticais cinza.

for i in range(len(Dif)):
```

```

if Dif[i] > 0:

    ax.axvspan(i - 0.5, i + 0.5, facecolor='gray', alpha=0.5)

# Criar lista de rótulos de anos.

year_labels = []

current_year = None

for month in months:

    year = month.year

    if year != current_year:

        year_labels.append(str(year))

        current_year = year

    else:

        year_labels.append("")

# Configurar o eixo x com os rótulos de anos.

ax.set_xticks(range(len(months)))

ax.set_xticklabels(year_labels, rotation=45, ha='right') # Ajuste a rotação
conforme necessário.

plt.show();

```

- 6) Gerar as informações de *Markov Switching Model* pelo comportamento padrão -

```

mod_BTC = sm.tsa.MarkovRegression(BTC, k_regimes=2)

res_BTC = mod_BTC.fit()

```

```
res_BTC.summary()
```

- 7) Gerar as informações de *Markov Switching Model* onde a variância é modificada entre os regimes -

```
mod_BTC = sm.tsa.MarkovRegression(BTC, k_regimes=2,  
switching_variance=True)
```

```
res_BTC = mod_BTC.fit()
```

```
res_BTC.summary()
```

- 8) Gerar as informações para cada par de análise realizada. A informação de “X” foi alterada de acordo com os preditores técnicos utilizados no trabalho.

```
# Definir as variáveis dependentes e independentes.
```

```
y = df["BTC"]
```

```
X = df["MA(1,9)"]
```

```
# Adicionar uma constante à matriz de variáveis independentes.
```

```
X = sm.add_constant(X)
```

```
# Ajustar o modelo de regressão linear.
```

```
model = sm.OLS(y, X)
```

```
results = model.fit()
```

```
# Exibir os resultados da regressão.
```

```
print(results.summary())
```

- 9) Repetir as informações para os demais procedimentos e preditores técnicos.

## APÊNDICE C – Código utilizado no capítulo 4 - *Stata/SE 17.0*.

1) Instalar a biblioteca do *estudy* - “*ssc install study*”.

2) Rodar o arquivo pelo seguinte código:

```
estudy ( Ret_ETH Ret_XRP Ret_BNB Ret_ADA Ret_DOGE Ret_SOL  
Ret_TRX Ret_MATIC Ret_LTC Ret_DOT Ret_HASH11 Ret_QBTC11  
Ret_QETH11 Ret_BITH11 Ret_ETH11), datevar(Data) evdate(12212022)  
dateformat(MDY) modt(HMM) indexlist(Ret_BTC) diagn(Norm) lb1(-30) ub1(0)  
lb2(-15) ub2(0) lb3(0) ub3(15) lb4(0) ub4(30) dec(4) showpvalues
```

3) Os retornos das criptomoedas que foram calculados estão separados por espaço;

4) O comando “*datevar*” refere-se ao nome da variável para localizar a data do evento;

5) O comando “*evdate*” refere-se a data do evento escolhido. Por exemplo, “12212022” é a data do primeiro *halving*.

6) O comando “*dateformat(MDY)*” demonstra o formato lido no “*datevar*” (item 4);

7) O comando “*modt(HMM)*” refere-se como foram calculados os ARs, podendo ser SIM, MAM, HFM ou HMM, de acordo com a disponibilidade dos dados;

8) O comando “*indexlist(Ret\_BTC)*” calcula os retornos da variável de referência;

9) O comando “*diagn(Norm)*” seleciona os testes para cálculo dos ARs;

10) O comando “*lb1(-30)*” e “*ub1(0)*” mostra o par de períodos analisados na primeira janela. Neste exemplo, foi calculado as janelas [-30,0];

11) O comando “*dec(4)*” mostra a quantidade de janelas que foram observadas;

12) O comando “*showpvalues*” mostra o p-valor de referência de todas as variáveis.

É importante destacar que para cada data de evento e testes aplicados nesta

pesquisa, os dados foram alterados pelo item 5.