

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
ECONOMIA

PEDRO HENRIQUE MOREIRA SILVA

ANÁLISE DA CORRELAÇÃO DO BITCOIN COM O ÍNDICE NASDAQ-100

JUIZ DE FORA
2026

PEDRO HENRIQUE MOREIRA SILVA

ANÁLISE DA CORRELAÇÃO DO BITCOIN COM O ÍNDICE NASDAQ-100

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Departamento de
Ciências Econômicas da Universidade
Federal de Juiz de Fora como requisito
parcial à obtenção do título de bacharel
em Economia.

Orientador: Prof. Dr. Paulo César Coimbra Lisboa

JUIZ DE FORA

2026

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Silva, Pedro Henrique Moreira.

ANÁLISE DA CORRELAÇÃO DO BITCOIN COM O ÍNDICE NASDAQ-100 / Pedro Henrique Moreira Silva. -- 2026.

41 p.

Orientador: Paulo César Coimbra Lisboa

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Economia, 2026.

1. Bitcoin. 2. Criptomoeda. 3. Índice Nasdaq. 4. Mercado financeiro. I. Lisboa, Paulo César Coimbra , orient. II. Título.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
REITORIA - FACECON - Depto. de Economia

FACULDADE DE ECONOMIA / UFJF
ATA DE APROVAÇÃO DE MONOGRAFIA II

Aos nove dias do mês de julho do ano de 2026, reuniu-se, às 14:30, na sala Pós 1, localizada no quarto andar do Prédio da Faculdade de Economia da Universidade Federal de Juiz de Fora, a Banca Examinadora, composta pelos professores:

1. Prof. Dr. Paulo César Coimbra Lisboa (Presidente)
2. Prof. [Dr. João Erick Alexandre Barbosa Costa](#) (Membro)

A banca reuniu-se para proceder à defesa da monografia do discente Pedro Henrique Moreira da Silva, do curso de Ciências Econômicas, intitulada: "Análise da Correlação do Bitcoin com o Índice NASDAQ-100".

Após primeira avaliação, a banca deliberou pela necessidade de ajustes no texto apresentado, conforme documento encaminhado ao discente.

No dia 17 de julho de 2026, o aluno apresentou nova versão da monografia, atendendo às modificações sugeridas. Após análise, a banca decidiu aprovar o trabalho.

Nada mais havendo a tratar, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, será assinada pelos membros da banca.



Documento assinado eletronicamente por **João Erick Alexandre Barbosa Costa, Professor(a)**, em 17/07/2026, às 20:46, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Paulo César Coimbra Lisboa, Professor(a)**, em 17/07/2026, às 20:50, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Ufjf (www2.ufjf.br/SEI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **3094115** e o código CRC **F246F93F**.

Agradecimentos

Aos meus pais, por me apoiarem e incentivarem incondicionalmente em todas as etapas da minha vida, e nunca pouparam esforços para que eu conseguisse alcançar meus objetivos.

Em especial à minha mãe, que partiu na fase final desse meu trajeto. Serei eternamente grato pelos vinte e quatro anos de ensinamentos.

Ao meu irmão, por dividir a vida comigo, sempre me motivando.

Aos meus colegas de faculdade, que me acolheram e que continuam ao meu lado até hoje.

A minha namorada, que me incentivou e apoiou muito, principalmente durante a fase final do trabalho.

Declaração sobre o uso de Inteligência Artificial

Este trabalho acadêmico contou com o apoio de ferramentas de Inteligência Artificial (IA), como o ChatGPT e o Gemini, para atividades específicas de pesquisa, organização e/ou redação. O uso dessas tecnologias foi realizado de forma ética e responsável, respeitando os princípios de integridade acadêmica e as normas da instituição.

As ferramentas de IA utilizadas não substituem a autoria intelectual, mas serviram como instrumentos auxiliares para:

- Apoio em parte do processo de pesquisa ou análise: Na geração de tabelas com dados exportados do Google Colab e em dúvidas de raciocínio em códigos programados;

Todo o conteúdo crítico, analítico e interpretativo é de responsabilidade exclusiva do(a) autor(a) deste trabalho. As informações obtidas por meio de IA foram verificadas e validadas com base em fontes acadêmicas e científicas confiáveis, evitando a reprodução de erros, vieses ou informações não fundamentadas.

Assim, este trabalho mantém sua originalidade e autoria, estando em conformidade com os princípios de honestidade acadêmica e com as diretrizes da Universidade.

RESUMO

O Bitcoin é uma criptomoeda cujo papel no sistema financeiro ainda é controverso, uma vez que, parte de seus defensores o trata como reserva de valor, enquanto céticos o consideram um ativo meramente especulativo, sensível a notícias de grandes eventos e sujeito a comportamentos de manada. Diante desse cenário, o objetivo deste trabalho é analisar o comportamento da correlação entre os retornos do Bitcoin e do Índice Nasdaq-100 ao longo do tempo, buscando verificar se existe correlação estatisticamente significativa entre os dois ativos e se o Bitcoin apresenta potencial de diversificação de portfólio frente ao mercado acionário. Para isso, foram utilizadas as séries históricas de preços de fechamento do Bitcoin e do Nasdaq-100 entre janeiro de 2021 e dezembro de 2025, transformadas em retornos logarítmicos. Foram aplicados os testes de normalidade Jarque-Bera e Q-Q plot, o teste de raiz unitária Dickey-Fuller Aumentado (ADF) para verificar a estacionariedade das séries, e as correlações de Pearson e de Spearman, complementadas pela correlação móvel em janelas de 30 e 90 dias. Os resultados indicaram que ambas as séries são estacionárias, porém não seguem distribuição normal, e revelaram uma correlação positiva moderada entre os retornos dos ativos, com o coeficiente de Pearson sendo de 0,3872 e de Spearman de 0,3620, classificação corroborada pelos critérios de Cohen (1988). A análise da correlação móvel mostrou que essa relação, embora relativamente estável em média, de 0,3699 para 30 dias e 0,3709 para 90 dias, apresentou oscilações relevantes ao longo do período, associadas a eventos como o colapso da Terra/Luna e da FTX, e a aprovação dos ETFs de Bitcoin à vista nos EUA. Por fim, apesar das limitações metodológicas relacionadas às diferenças nos horários de negociação e à possibilidade de mudanças estruturais decorrentes de eventos macroeconômicos, o estudo contribui para a literatura empírica ao fornecer evidências atualizadas sobre a relação entre Bitcoin e Nasdaq-100 em um período ainda pouco explorado, que inclui a aprovação dos ETFs de Bitcoin à vista, oferecendo subsídios para investidores e gestores na avaliação do potencial de diversificação de portfólio da criptomoeda frente ao mercado acionário tradicional. .

Palavras-chave: Bitcoin. Criptomoeda. Índice Nasdaq. Mercado financeiro. Correlação.

ABSTRACT

Bitcoin is a cryptocurrency whose role in the financial system remains controversial; some proponents view it as a store of value, while skeptics regard it as a purely speculative asset—sensitive to major news events and prone to herd behavior. Against this backdrop, this study aims to analyze the time-varying correlation between Bitcoin returns and the Nasdaq-100 Index, seeking to determine whether a statistically significant correlation exists between the two assets and whether Bitcoin offers portfolio diversification potential relative to the stock market. To this end, historical closing price series for Bitcoin and the Nasdaq-100 from January 2021 to December 2025 were used and transformed into logarithmic returns. Analytical methods included the Jarque-Bera normality test and Q-Q plots, the Augmented Dickey-Fuller (ADF) unit root test to assess stationarity, and Pearson and Spearman correlation analyses, supplemented by rolling correlations using 30-day and 90-day windows. The results indicated that both series are stationary but do not follow a normal distribution; they revealed a moderate positive correlation between asset returns—with Pearson and Spearman coefficients of 0.3872 and 0.3620, respectively—a classification supported by Cohen's (1988) criteria. Rolling correlation analysis showed that while the relationship was relatively stable on average (0.3699 for the 30-day window and 0.3709 for the 90-day window), it exhibited significant fluctuations throughout the period, linked to events such as the collapse of Terra/Luna and FTX, and the approval of spot Bitcoin ETFs in the US. Finally, despite methodological limitations related to differences in trading hours and the possibility of structural changes stemming from macroeconomic events, the study contributes to the empirical literature by providing up-to-date evidence on the relationship between Bitcoin and the Nasdaq-100 during a relatively unexplored period—including the approval of spot Bitcoin ETFs—thereby offering insights for investors and managers evaluating the cryptocurrency's potential for portfolio diversification vis-à-vis the traditional stock market.

Keywords: Bitcoin. Cryptocurrency. Nasdaq index. Financial market. Correlation

Lista de Ilustrações

Figura 1 - Preço do Bitcoin desde sua criação (em dólar).....	12
Figura 2 - Preço do Índice Nasdaq-100 desde 2021 (em dólar).....	15
Figura 3 - Preço do Bitcoin desde 2021 (em dólar).....	16
Figura 4 - Exemplo de correlação de Pearson.....	17
Figura 5 - Exemplo de um gráfico da correlação de Spearman.....	19
Figura 6 - Teste de normalidade Q-Q plots.....	29
Figura 7 - Comparação correlação móvel de 30 e 90 dias dos retornos logarítmicos do Bitcoin e Nasdaq.....	32

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Retornos logarítmicos do preço de fechamento Bitcoin.....	26
Tabela 2 - Retornos logarítmicos do preço de fechamento do Índice Nasdaq-100....	26
Tabela 3 - Resumo das estatísticas descritivas do Bitcoin.....	27
Tabela 4 - Resumo das estatísticas descritivas do Índice Nasdaq-100.....	27
Tabela 5 - Resumo das estatísticas descritivas do Índice Nasdaq-100 e do Bitcoin com dropna.....	28
Tabela 6 - Teste Jarque-Bera.....	29
Tabela 7 - Teste Dickey-Fuller Aumentado (ADF).....	30
Tabela 8 - Coeficiente de Correlação de Pearson.....	31
Tabela 9 - Coeficiente de Correlação de Spearman.....	31
Tabela 10 - Média das correlações móveis (30 e 90 dias).....	33

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	11
2.1 BITCOIN E ÍNDICE NASDAQ-100.....	11
2.2 RESULTADOS EMPÍRICOS.....	12
3. METODOLOGIA.....	15
3.1 SÉRIES TEMPORAIS.....	15
3.2 CORRELAÇÃO DOS ATIVOS.....	15
3.3 ANÁLISE QUANTITATIVA DE DADOS.....	16
3.4 CORRELAÇÃO DE PEARSON.....	17
3.5 CORRELAÇÃO DE SPEARMAN.....	19
3.6 COMPARAÇÃO DE JANELAS NA ANÁLISE DE CORRELAÇÃO MÓVEL.....	20
3.7 RETORNO LOGARÍTMICO.....	21
3.8 ESTATÍSTICA DESCRITIVA.....	21
3.9 TESTE DE NORMALIDADE.....	22
3.10 ESTACIONARIEDADE DAS SÉRIES.....	23
3.11 LINGUAGEM DE DADOS.....	23
3.12 LIMITAÇÕES DO ESTUDO.....	24
3.13 RESULTADOS ESPERADOS.....	25
4. RESULTADOS.....	26
4.1 RESULTADOS DESCRITIVOS.....	26
4.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	30
5. CONCLUSÃO.....	35
REFERÊNCIAS.....	37

1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos últimos anos, os mercados financeiros têm passado por profundas transformações impulsionadas pelo avanço tecnológico, pela globalização financeira e pelo desenvolvimento de novos instrumentos de investimento. Nesse contexto, surgem as criptomoedas, com destaque para o Bitcoin criado e desenvolvido por Satoshi Nakamoto em 2008 (Nakamoto, 2008). O mercado financeiro permite aos seus agentes a diversificação do portfólio, possibilitando aos investidores distribuir seus recursos financeiros entre diferentes ativos e mercados como forma de reduzir riscos às oscilações. Alguns investidores acreditam que a demanda por Bitcoin (e as outras criptomoedas) aumenta quando o mercado enfrenta recessão ou incerteza (Haq et al., 2021).

Nos últimos anos, no entanto, o mercado de criptoativos passou por transformações que podem ter alterado essa dinâmica. A aprovação dos ETFs (Exchange Traded Funds) de Bitcoin à vista nos Estados Unidos, em janeiro de 2024, abriu caminho para a entrada de investidores institucionais que antes operavam predominantemente no mercado acionário tradicional, aproximando os fluxos de capital entre o Bitcoin e ativos como os que compõem o Índice Nasdaq-100. Nesse sentido, Li et al. (2026), ao analisarem os retornos diários do Bitcoin e de 18 altcoins entre 2021 e 2025, identificaram uma queda na correlação entre o Bitcoin e as demais criptomoedas após a aprovação dos ETFs, atribuída à entrada de fluxos institucionais direcionados especificamente ao Bitcoin. É neste cenário que se encontra a problemática desta pesquisa, descobrir se os retornos do Bitcoin estão de alguma forma correlacionados, ao longo do tempo, com o Índice Nasdaq-100 um dos principais indicadores do setor de tecnologia do mercado americano.

Compreender essa questão é relevante por, ao menos, três razões. Primeiro, para investidores, a resposta influencia diretamente decisões de alocação, pois se o Bitcoin mantém baixa correlação com o mercado acionário, ele preserva sua função de diversificação de portfólio e se a correlação aumentou, essa função pode estar comprometida. Segundo, para a gestão de risco, entender se os dois ativos tendem a se mover na mesma direção é essencial para dimensionar corretamente a exposição de uma carteira a choques de mercado. Terceiro, do ponto de vista acadêmico, a crescente integração entre criptomoedas e mercados financeiros

tradicionais é um fenômeno ainda em consolidação, e cada evento estrutural, como a aprovação dos ETFs, pode reconfigurar essa relação, tornando necessário o monitoramento contínuo por meio de estudos empíricos atualizados.

A partir do problema apresentado, serão testadas duas hipóteses, uma se existe correlação estatisticamente significativa entre os retornos do Bitcoin e do Índice Nasdaq-100 no período de 2021 a 2025 e a outra hipótese é se o Bitcoin apresenta potencial de diversificação em relação ao Índice Nasdaq-100 independente do grau de correlação entre os ativos..

Diante desse contexto e o interesse maior pelo ativo Bitcoin, o objetivo geral deste trabalho consiste em analisar o comportamento da correlação entre os retornos do Bitcoin e do Índice Nasdaq-100 ao longo do tempo, por meio da análise de séries temporais.

Com isso, estabelecem-se os seguintes objetivos específicos:

1. Caracterizar o Bitcoin e o Índice Nasdaq-100 enquanto ativos financeiros, destacando suas diferenças de natureza e comportamento;
2. Verificar se os retornos do Bitcoin e do Índice Nasdaq-100 apresentam correlação estatisticamente significativa no período analisado;
3. Avaliar se a intensidade dessa correlação se manteve estável ou variou ao longo do tempo, notadamente após eventos relevantes para o mercado de criptoativos;
4. Discutir, a partir dos resultados obtidos, se o Bitcoin preserva potencial de diversificação de portfólio frente ao mercado acionário representado pelo Nasdaq-100.

Para alcançar esses objetivos, será realizada uma análise quantitativa das séries temporais dos preços do Bitcoin e do Nasdaq-100, transformadas em retornos logarítmicos, com o uso de testes de normalidade, de estacionariedade e de medidas de correlação.

Embora estudos anteriores já tenham identificado algum grau de correlação entre Bitcoin e Nasdaq, utilizando metodologias como FMOLS, DOLS, CCR e teste de Granger (Ahmadova; Guliyev; Aliyev, 2024), modelos ARMAX e GARCH (Hasanov, 2023), esses trabalhos concentram-se em períodos anteriores a 2024, não contemplando, os efeitos da aprovação dos ETFs de Bitcoin à vista sobre essa

relação. Este trabalho busca preencher essa lacuna ao analisar um período mais recente entre 2021 a 2025, que abrange esse e outros eventos estruturantes do mercado de criptoativos, e ao complementar as correlações estáticas de Pearson e Spearman com a análise de correlação móvel em janelas de 30 e 90 dias, permitindo observar não apenas se existe correlação, mas como ela se comportou ao longo do tempo. Dessa forma, o estudo pretende contribuir para a literatura empírica sobre o tema, oferecendo evidências atualizadas que possam subsidiar tanto discussões acadêmicas quanto decisões práticas de investidores e gestores de portfólio.

Além desta introdução o presente estudo está estruturado em outros quatro capítulos. O segundo capítulo trata de revisar a base teórica e contextualização do tema, discutindo conceitos do Bitcoin e do Índice Nasdaq-100, e a base empírica com referências testadas para auxiliar na formulação das conclusões levantadas. O terceiro capítulo dedica-se aos métodos utilizados a fim de analisar a correlação dos ativos. Por fim, o quarto capítulo expõe os resultados obtidos, seguido do quinto capítulo, que apresenta as conclusões, as principais contribuições científicas e indica sugestões para futuros estudos .

2. REVISÃO DE LITERATURA

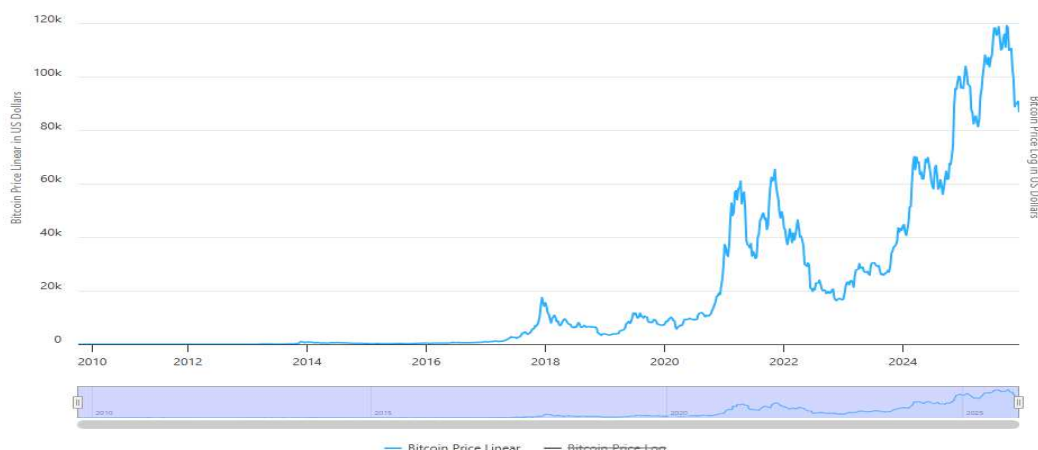
Este capítulo tem como objetivo trazer uma revisão da literatura teórica e empírica, em tópicos que serão discutidos ao longo do texto, apresentando fundamentos conceituais e métodos baseados na experiência prática sobre estudos do Bitcoin, do Nasdaq e a correlação entre os ativos. Desse modo, o capítulo foi dividido em duas partes: a primeira aborda os aspectos teóricos, e a segunda é voltada à revisão empírica.

2.1 BITCOIN E ÍNDICE NASDAQ-100

Criado em 2008, o Bitcoin foi inicialmente concebido como um sistema descentralizado de pagamentos, independente de instituições financeiras tradicionais, sendo frequentemente associado à ideia de um ativo alternativo e potencialmente descorrelacionado dos mercados convencionais. O Bitcoin consiste em uma rede ponto a ponto descentralizada, um registro público de transações (o blockchain), um conjunto de regras para validação independente de transações e emissão de moeda e como um mecanismo para alcançar consenso global descentralizado sobre a cadeia de blocos válida.

Com o passar do tempo, o ativo foi ganhando mais valor de mercado e hoje pode ser utilizado como meio de troca e nos últimos cinco anos, o preço do Bitcoin aumentou mais de 700 vezes (Pichl e Kaizoji, 2017) tanto que o Bitcoin começou a ser visto mais como um investimento do que como uma moeda em si. Na Figura 1 é possível observar o crescimento da criptomoeda desde sua criação.

Figura 1- Preço do Bitcoin desde sua criação (em dólar)



Fonte: [Bitcoin Price History Chart \(2009, 2010 to 2025\)](#)

No que se refere a economia do Bitcoin, Dwyer (2015) analisa os fundamentos econômicos da criptomoeda, concluindo que o Bitcoin provavelmente limita a receita do governo proveniente da inflação. A dinâmica dos preços e a negociação especulativa em Bitcoin são estudadas por Blau (2017), com a conclusão de que o comportamento especulativo não pode ser diretamente vinculado à volatilidade incomum do mercado de Bitcoin.

No entanto, o índice foi lançado em 1971 e ao longo do tempo subiu tremendamente apesar de múltiplos períodos de declínio (Gagnidze e lavich, 2021). A Nasdaq-100 é um dos principais índices de ações no mundo, composto pelas 100 maiores empresas não financeiras listadas na NASDAQ, a segunda maior bolsa dos Estados Unidos, no qual este índice reflete o desempenho do setor de tecnologia e inovação, empresas como Apple, Amazon e Microsoft, sendo considerado um dos indicadores mais usados no mercado.

No que se refere à diversificação de portfólio, a teoria central leva à Teoria Moderna do Portfólio, proposta por Markowitz (1952), segundo a qual um investidor racional deve buscar combinar ativos cujos retornos não sejam perfeitamente correlacionados entre si, de modo a reduzir o risco total da carteira sem necessariamente sacrificar o retorno esperado. É esse princípio que fundamenta o interesse em descobrir a correlação entre Bitcoin e Nasdaq-100 neste trabalho, que quanto menor a correlação entre os dois ativos, maior o potencial de diversificação obtido ao combiná-los em uma mesma carteira.

A partir da Teoria Moderna do Portfólio, Sharpe (1964) desenvolveu o Capital Asset Pricing Model (CAPM), que relaciona o retorno esperado de um ativo ao seu risco sistemático (não diversificável) em relação ao mercado, e propôs posteriormente uma medida de desempenho ajustada ao risco, o Índice de Sharpe (Sharpe, 1966), amplamente utilizada até hoje para comparar a relação entre retorno e risco de diferentes ativos e carteiras. Embora este trabalho não aplique diretamente o CAPM ou o Índice de Sharpe, ambos os conceitos reforçam a importância de não avaliar o Bitcoin isoladamente por seu retorno ou volatilidade, mas sim por sua contribuição ao risco de uma carteira diversificada, o que depende justamente do grau de correlação com os demais ativos que a compõem.

2.2 REVISÃO DA LITERATURA EMPÍRICA

Ahmadova, Guliyev e Aliyev (2024) utilizaram dados de janeiro de 2017 a maio de 2023, e adotaram os métodos FMOLS (Mínimos Quadrados Ordinários Totalmente Modificados), DOLS (Mínimos Quadrados Ordinários Dinâmicos) e o CCR (Regressão de Cointegração Canônica), juntamente com o teste de Granger para investigar a relação entre BTC e o índice Nasdaq. De acordo com a matriz de correlação das variáveis apresentada, o Bitcoin apresenta alta correlação com o índice Nasdaq. Conforme os modelos estimados usando FMOLS, DOLS e CCR, é possível ter 90% de confiança de que o índice NASDAQ-100 impacta significativamente o preço do Bitcoin.

Diferentemente de Ahmadova, Guliyev e Aliyev (2024), Hasanov (2023) baseou sua modelagem no modelo ARMAX. No entanto, isso não era suficiente para representar o quadro completo, pois os preços do Bitcoin e seus retornos são muito voláteis. O autor complementou o estudo utilizando os resíduos do modelo ARMAX selecionado para modelar a volatilidade por meio do modelo GARCH, reconhecido por muitos trabalhos literários ao fornecer evidências sobre sua capacidade de modelar e prever a dinâmica da variância condicional das criptomoedas (Fakhfekhv e Jeribi, 2020; Fung, Jeong, e Pereira, 2022; Köchling, Schmidtke, e Posch, 2020). Todos os processos de modelagem, estatísticas descritivas, gráficos e testes de hipóteses do autor foram gerados com o auxílio do MATLAB.

Ademais, Zhaoying e Yuanju (2026), utilizaram como metodologia uma base fundamentada no modelo HAR introduzido por Corsi (2009) visando capturar a

persistência da volatilidade realizada em diferentes períodos de tempo. Os autores também levaram em consideração a relação entre a volatilidade do Bitcoin e suas variáveis explicativas que podem evoluir ao longo do tempo, ampliando mais a especificação HAR para permitir a instabilidade dos coeficientes ao longo do tempo identificando pontos de quebra buscando a partição que minimiza a soma total dos quadrados dos resíduos.

Assim, como a pesquisa de Hasanov, o estudo concluiu que os choques externos atingido no mercado NASDAQ desempenharam um papel significativo na formação da volatilidade do Bitcoin, ou seja, a queda ou alta da bolsa americana influenciou no preço do Bitcoin.

Em conclusão, os resultados dos modelos ARMAX e GARCH(1,1) sugeriram que choques na economia, representados pelo índice NASDAQ, podem impactar os retornos do Bitcoin. Especificamente, valores discrepantes negativos nos retornos do NASDAQ diminuíram os retornos do Bitcoin, enquanto valores discrepantes positivos tiveram efeitos tanto negativos quanto positivos. Isso sugere que a relação entre o Bitcoin e os mercados financeiros tradicionais é complexa e pode ser afetada por diversos fatores.

Assim, com base nos estudos empíricos revisados, observa-se que há evidências de que o Bitcoin e o índice Nasdaq-100 podem apresentar correlação. Entretanto, a intensidade e o comportamento dessa relação variam conforme o período analisado, a metodologia empregada e o contexto econômico considerado.

3. METODOLOGIA

Neste capítulo, são apresentados os procedimentos metodológicos adotados na pesquisa, incluindo a obtenção da base de dados, a transformação dos preços de fechamento do Bitcoin e do índice Nasdaq-100 em retornos logarítmicos, os testes estatísticos aplicados às séries temporais e os métodos de correlação utilizados para analisar a relação entre os ativos ao longo do período estudado.

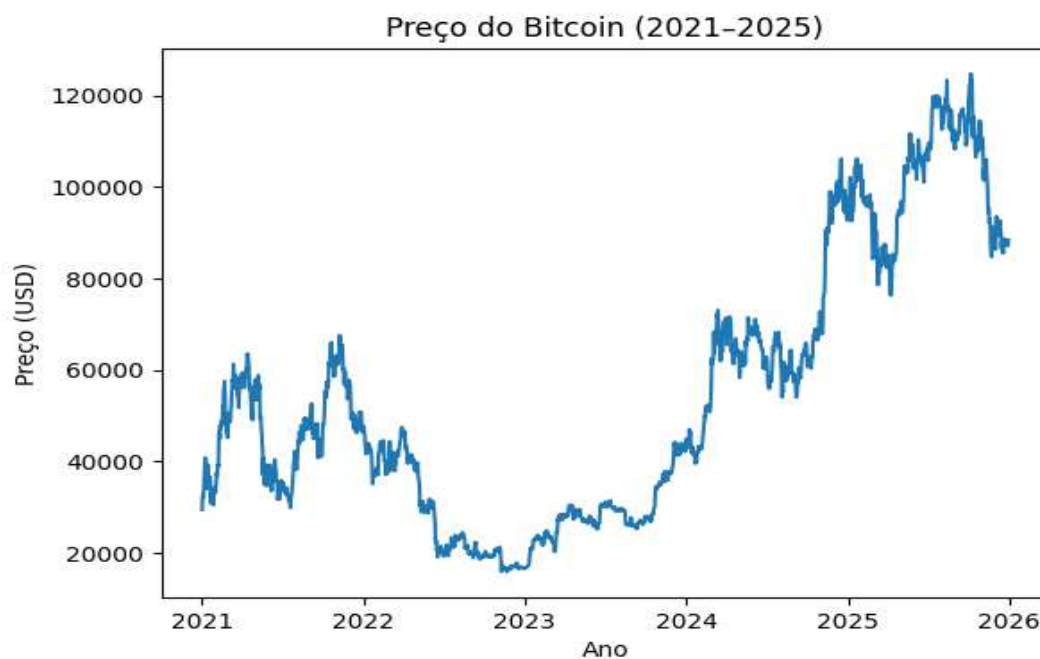
3.1 DADOS

A pesquisa foi realizada por meio da linguagem de programação Python, uma linguagem de alto nível interpretada e de uso geral, além de possuir uma ampla gama de bibliotecas o que o torna adequado para o tratamento de séries temporais financeiras. Neste trabalho, a linguagem foi desenvolvida no ambiente do Google Colab, no qual permite fácil colaboração em projetos e experimentação em ciência de dados. No presente estudo, foram empregadas bibliotecas como *pandas* e *numpy* para organização e cálculos dos retornos financeiros, o *yfinance* (Yahoo Finance) para a obtenção dos dados históricos de preços do Bitcoin (BTC-USD) e do Índice Nasdaq-100 (^NDX), o *matplotlib* para a visualização dos resultados.

Para o contexto desta pesquisa, a utilização de séries temporais é essencial para estudar o comportamento de preços, volatilidade e retorno dos ativos. Uma série temporal consiste em valores observados de um conjunto de dados em função do tempo, permitindo analisar como determinada variável se comportou ao longo do tempo. Tais séries apresentam características específicas, como elevada volatilidade e a possível não estabilidade dos preços, o que exige o uso de técnicas estatísticas apropriadas (Gujarati; Porter, 2011; Tsay, 2010). Trabalhos como o de Onovughe e Sopuru (2025) indicam que a correlação entre o Bitcoin e índices acionários, como o Nasdaq-100, podem variar ao longo do tempo, refletindo o cenário macroeconômico e o comportamento dos investidores. Dessa forma, utilizando as séries temporais para os retornos financeiros dos ativos é possível realizar uma análise sobre os mesmos.

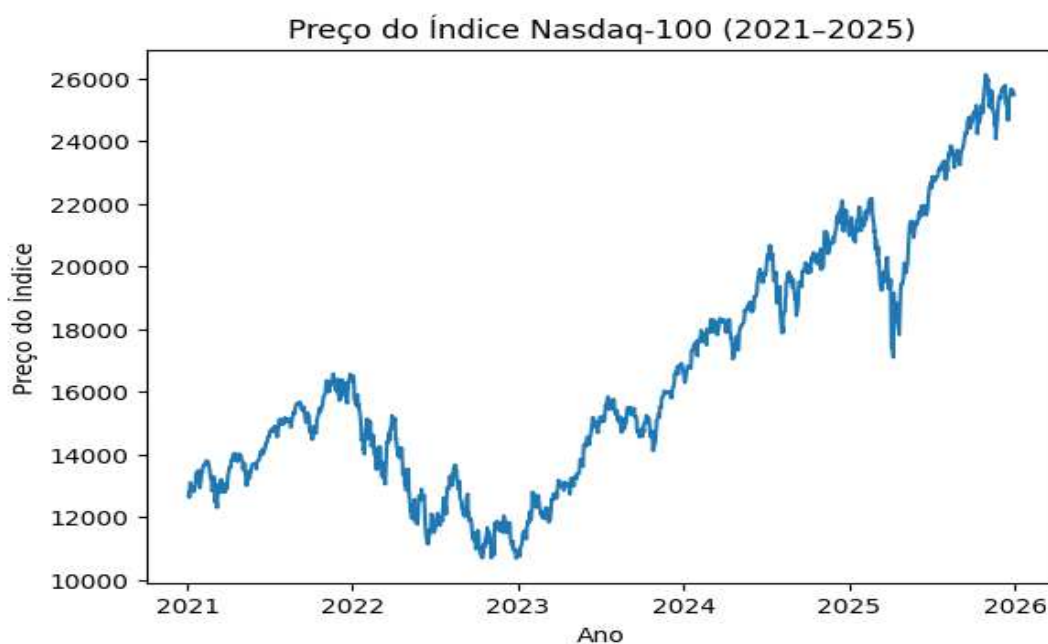
Os dados dos preços do Bitcoin e do Nasdaq-100 foram coletados do Yahoo Finance no período de janeiro de 2021 a dezembro de 2025, é possível verificar nas figuras 2 e 3:

Figura 2- Preço do Bitcoin desde 2021(em dólar)



Fonte: Elaboração própria, desenvolvido no Google Colab

Figura 3- Preço do Índice Nasdaq-100 desde 2021 (em dólar)



Fonte: Elaboração própria, desenvolvido no Google Colab

Contudo, para fazer a análise para descobrir a correlação entre os dois, foi feita a remoção de linhas ou colunas que contenham valores que não são números (NaN's), do retorno logarítmico do Índice Nasdaq-100, justamente por não operar em finais de semana. Por isso, ao remover os NaN do Índice, isto acaba por descartar sábados, domingos e feriados no Bitcoin também, reduzindo substancialmente a amostra de dados da criptomoeda.

Porém, isso não afeta a validade dos resultados ou a perda substancial de informação, uma vez que, a perda de dados é limitada e não sistemática. Este método garante que houve a comparação das duas séries apenas nos dias em que ambas têm um retorno logarítmico válido. Portanto, os cálculos podem ser executados com dados válidos e completos, sendo importante para obter resultados estatisticamente corretos.

Os preços de fechamento do Bitcoin e do Índice Nasdaq-100 foram transformados em retornos logarítmicos, calculados a partir do logaritmo natural da razão entre os preços de dois períodos consecutivos. Tudo isso levando em consideração o que foi dito nas seções 2.1 e 2.2 sobre os dias de fechamento diferentes do ativos. A utilização desse método reduz problemas que podem ocorrer com as medidas de correlação, como a de Pearson, aplicada a uma série temporal não estacionária pode apresentar resultados não práticos (Yule, 1926).

O retorno logarítmico (ou log retorno) é uma operação realizada em séries temporais cuja expressão é:

$$R_{log}(t) = \log\left(X_t \frac{X_t}{X_{t-1}}\right) = \log(X_t) - \log(X_{t-1}). \quad (3.5)$$

3.2 ESTRATÉGIA EMPÍRICA

Para os agentes interessados no mercado financeiro, seja pela bolsa de valores para comprar ações de empresas ou por corretoras de criptomoedas (exchanges), é importante saber a correlação entre dois ativos, se é que ela existe, para se diminuir os riscos de investimentos, investindo em outros com comportamentos diferentes, diversificando a carteira do investidor. No entanto,

existem algumas fórmulas matemáticas para calcular essa correlação, como o teste de Pearson, correlação de Spearman.

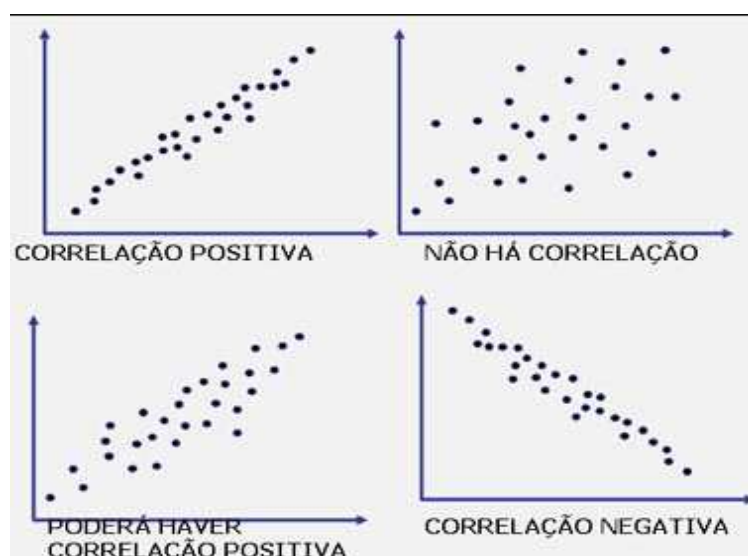
Desse modo, a diferença entre os dois testes deve ser considerada, uma vez que a correlação de Pearson pressupõe que a distribuição do par de variáveis aleatórias (X, Y) deve ser normal bivariada, e para avaliar essa suposição existem testes adequados para tal, condição necessária para que a amostra observada seja verdadeira (Silvestre, 2014). Por outro lado, a correlação de Spearman consiste em um teste não paramétrico, que dispensa a exigência da normalidade, e também podem ser aplicados em situações onde as variáveis não apresentam escala de medida intervalar ou razão, como uma escala ordinal. (Silvestre, 2014).

A correlação de Pearson é uma medida estatística amplamente utilizada para avaliar a relação linear entre duas variáveis. Segundo Pearson, K. (1900) a correlação de Pearson é definida como um coeficiente que varia de -1 a 1, indicando a força e a direção de uma relação linear entre duas variáveis, ou seja, quanto mais perto o resultado for de +1, mais eles vão ter correlação positiva, ou se quanto mais perto o resultado for de -1, mais eles vão ter uma correlação negativa, com 0 indicando ausência de correlação linear. Ela pode ser definida pelas seguintes expressões:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} = \frac{cov(X, Y)}{\sqrt{var(X) \cdot var(Y)}} \quad (3.1)$$

onde $x_1, x_2, \dots, x_n$ e $y_1, y_2, \dots, y_n$ são os valores medidos de ambas as variáveis. Para além disso: p sendo a correlação de Pearson e $\bar{x}$ a média amostral calculada por:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i \quad (3.2)$$

Figura 4 - Exemplo de correlação de Pearson

Fonte: <https://biogeonorte.blogspot.com/2015/08/cuidado-com-as-correlacoes.html>

A figura 4 representa uma das possibilidades do que seria correlação de Pearson em forma de gráfico. Embora amplamente utilizada, a correlação de Pearson tem algumas limitações. Ela assume uma relação linear, é sensível a valores atípicos e não pode detectar relações não lineares (Barbiero; Vettorato, 2008). Outras medidas, como a correlação de Spearman, pode ser mais adequada em certos casos. Isso mostra que, apesar da correlação ser uma ferramenta útil, ela deve ser usada em conjunto com demais técnicas para que seu resultado seja aproveitado da melhor forma. Uma característica a se destacar é que correlação não implica causalidade, ela apenas indica a forma que uma variável x se comporta em relação a uma outra variável y . No entanto, essa relação entre as variáveis, não indica que x causa y , que existe uma dependência entre as variáveis.

O Teste de Correlação de Spearman, é um teste não-paramétrico desenvolvido por Spearman (1904), medindo a força da relação monótona entre duas variáveis. O seu valor varia de -1 a 1, indicando a força e a direção de uma relação linear entre duas variáveis, ou seja, se for igual ou próximo de 1 eles vão ter correlação positiva, ou o mesmo com o -1, os ativos vão ter correlação negativa, além do 0, o qual representa nenhuma correlação. O cálculo da correlação de Spearman, é baseada nas ordens (postos ou ranks) de cada uma das variáveis ordenadas individualmente. Os postos ou rankings são organizados de tal forma que

sendo $x_1, \dots, x_n$ as instâncias de X , o maior x_k recebe o valor 1, o segundo maior recebe o posto 2, até o menor x_k , o qual recebe o valor n , sendo que $K \in [1, n]$. Assim, a correlação de Spearman é calculada encontrando o valor da correlação de Pearson entre os postos das variáveis. No caso em que o posto contém n valores inteiros distintos, a correlação de Spearman pode ser calculada pelas expressões:

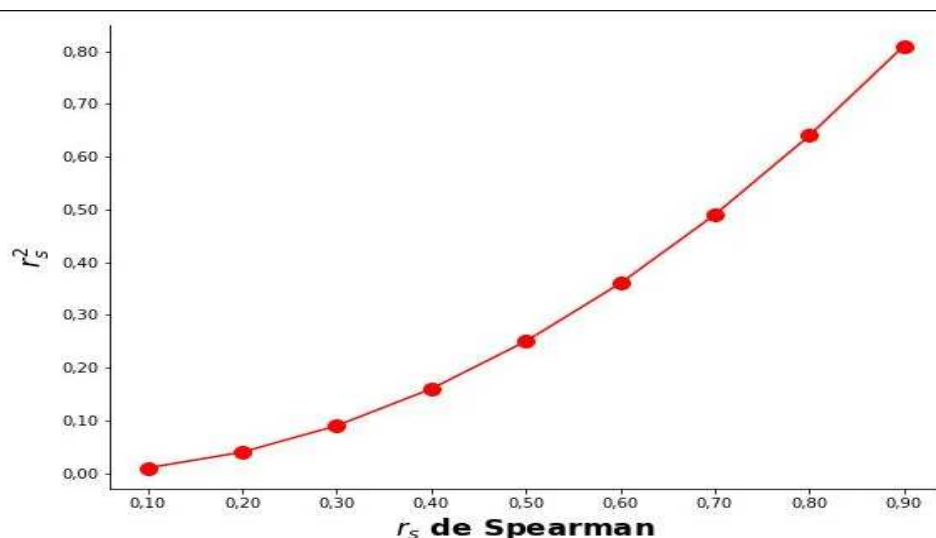
$$p = 1 - \frac{6}{n(n^2-1)} \sum_{i=1}^n d_i^2, \quad (3.3)$$

$$d_i = R(x_i) - R(y_i). \quad (3.4)$$

Sendo p a correlação de Spearman e $R(x_i)$ o posto de x_i .

Uma observação a ser feita é que o coeficiente de Correlação de Spearman, não avalia apenas a relação linear entre x e y , ou seja, o teste é adequado para testar a existência de uma relação não linear também. As mesmas restrições de Pearson são aplicadas para Spearman, porém as restrições são para o posto das variáveis aleatórias, não para elas em si. A figura 5 representa um exemplo gráfico da correlação de Spearman.

Figura 5 - Exemplo de um gráfico da correlação de Spearman



Além disso, a utilização do método da correlação móvel ajuda na predição dos preços dos ativos e suavização dos componentes de uma série temporal, para melhorar a avaliação temporal da relação entre os ativos. Sendo assim, esta correlação possibilita identificar variações na intensidade e no sinal de relação entre os ativos, capturando mudanças estruturais e períodos de maior ou menor integração dos mercados deste trabalho, permitindo mostrar que os mercados são dinâmicos.

Nesta pesquisa, será feito o cálculo da correlação móvel do Bitcoin e do índice Nasdaq-100, para comparar duas janelas, uma de curto prazo (30 dias) e longo prazo (90 dias). A importância dessa comparação acontece porque a janela de 30 dias é mais sensível a mudanças recentes no mercado e pode capturar rapidamente tendências emergentes ou rupturas na relação entre os ativos, já a janela de 90 dias oferece uma visão mais suavizada e de longo prazo da relação, ajudando a identificar tendências de correlação mais sustentadas.

Com isso, a estatística descritiva tem como objetivo organizar, resumir e descrever os dados de uma amostra ou população com foco na observação direta dos valores de uma variável. Em termos práticos, a estatística descritiva se aplica a qualquer análise que busque entender o comportamento de um conjunto de dados.

Nesta pesquisa, obtiveram duas estatísticas descritivas das séries de retorno logarítmicos do Bitcoin e do Nasdaq, uma sem a diminuição da amostra para ter uma análise completa dos dados e a outra com a remoção dos NaN's, deixando o número de observações iguais entre os dois ativos.

Este método fornece um resumo estatístico rápido e útil dos dados, as variáveis medidas foram: a média que indica o retorno médio diário, a contagem indicando quantos dias de retorno logarítmico foram considerados, o desvio padrão representando a volatilidade, o mínimo sendo o menor retorno logarítmico observado, o primeiro quartil (25%) é valor abaixo do qual 25% dos dados, isso significa que 25% dos dias tiveram um retorno logarítmico igual ou inferior a esse valor, a mediana ou segundo quartil (50%) é o valor central dos dados, onde 50% dos retornos são menores e 50% são maiores, já o terceiro quartil (75%) é o valor abaixo do qual 75% dos dados e o máximo é o maior retorno logarítmico observado na série.

Sendo assim, foi necessário fazer o teste de normalidade, no qual é uma ferramenta estatística utilizada para determinar se uma distribuição de dados segue

uma distribuição normal (ou distribuição gaussiana). Os testes de normalidade avaliam a hipótese nula (H_0) de que a amostra de dados segue uma distribuição gaussiana. A hipótese alternativa (H_1) é que os dados não seguem uma distribuição normal. Eles fazem isso comparando a distribuição observada dos dados com as propriedades esperadas de uma distribuição normal.

Ademais, o teste Q-Q plots (Quantile-Quantile plots), foi utilizado para comparar os quantis da distribuição dos dados com os quantis de uma distribuição normal teórica. Se os pontos se alinharem aproximadamente a uma linha de 45 graus, isso sugere que os dados seguem uma distribuição normal e desvios dessa linha indicam não-normalidade.

Adicionalmente, foi complementado com o teste de normalidade formal Jarque-Bera, esse procedimento estatístico testa se a assimetria e a curtose dos dados são semelhantes às de uma distribuição normal. Uma distribuição gaussiana tem assimetria de 0, a curtose de 3 (ou em excesso de 0) e se o p-valor for menor que o nível de significância, a hipótese de normalidade é rejeitada, onde:

$$JB = n \cdot \left(\frac{S^2}{6} \right) + \frac{(K-3)^2}{24}$$

(3.6)

1. n = Tamanho da amostra
2. S = Assimetria
3. K = Curtose
4. Hipótese nula(H_0) = Os dados seguem uma distribuição normal.
5. Hipótese alternativa(H_1) = Os dados não seguem uma distribuição normal.

Além disso, a estacionariedade é um conceito importante em análise de séries temporais pois pressupõem que uma série estacionária possui propriedades estatísticas que não mudam ao longo do tempo. Isso significa que é possível estimar essas propriedades a partir de dados históricos e esperar que elas permaneçam relevantes para prever o futuro. Em uma série não estacionária, a média ou a variância podem mudar, tornando as estimativas passadas inúteis para o futuro e o teste de Dickey-Fuller aumentado (ADF) é um dos modelos autoregressivos e fundamentalmente um teste de significância estatística (Prabhakaran, 2019).

O teste Dickey- Fuller aumentado é um teste de raiz unitária que testa a hipótese nula de que $\alpha = 1$, na equação abaixo:

$$Y_t = c + B_t + \alpha Y_{t-1} + \phi_1 \Delta Y_{t-1} + \phi_2 \Delta Y_{t-2} \dots + \phi_p \Delta Y_{t-p} + e_t \quad (3.7)$$

onde,

1. Hipótese nula(H_0): $\alpha=1$
2. $y(t - 1)$ = defasagem 1 da série temporal
3. ΔY_{t-1} = primeira diferença da série no tempo (t-1)

Como a hipótese nula pressupõe a presença de raiz unitária, ou seja, $\alpha=1$, o valor p obtido deve ser menor que o nível de significância, por exemplo 0,05, para que a hipótese nula seja rejeitada. Dessa forma, infere-se que a série é estacionária (Prabhakaran, 2019).

Portanto, é importante salientar que o presente estudo apresenta algumas limitações que devem ser consideradas na interpretação dos resultados, apesar dos cuidados metodológicos adotados. Em primeiro lugar, conforme discutido anteriormente, é necessário destacar alguns tópicos supracitados como o que foi explicado sobre correlação e causalidade, no qual a análise do coeficiente de correlação que permite identificar o grau de associação linear entre os retornos do Bitcoin e do Índice Nasdaq-100, não implica uma relação de causalidade entre os ativos.

Ademais, a remoção dos NaN's dos retornos logarítmicos, por reduzirem substancialmente a amostra dos dados. Esse método pode influenciar as estimativas de correlação dos ativos. Além da inexistência de um modelo de volatilidade, como GARCH, referenciados anteriormente mas que não estão presentes neste trabalho

Por fim, existe a possibilidade de mudanças estruturais ao longo do período analisado, decorrentes de eventos macroeconômicos, regulatórios e ou tecnológicos, como crises financeiras, alterações na política monetária e ou transformações no mercado de criptoativos. Essas mudanças podem provocar variações no comportamento dos ativos ao longo do tempo, o que limita a generalização dos resultados deste trabalho para outros períodos e ou contextos econômicos.

4. RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados os resultados das estimativas e será feita a análise desses resultados.

4.1 RESULTADOS DESCRITIVOS

Inicialmente, observou-se que tanto o Bitcoin quanto o Índice Nasdaq-100 apresentaram elevada volatilidade ao longo do período analisado. Entretanto, o Bitcoin demonstrou oscilações significativamente maiores, com movimentos bruscos de valorização e desvalorização em intervalos relativamente curtos de tempo. Tal comportamento está associado às características do mercado de criptoativos, marcado por elevada especulação, sensibilidade a notícias macroeconômicas e mudanças regulatórias.

O Índice Nasdaq-100, por sua vez, apresentou comportamento relativamente mais estável quando comparado ao Bitcoin, embora também tenha sofrido impactos relevantes decorrentes do cenário macroeconômico internacional, especialmente em períodos de aumento das taxas de juros, inflação elevada e mudanças na política monetária dos Estados Unidos.

A partir da coleta dos dados históricos do Bitcoin e do Índice Nasdaq 100, no período entre janeiro de 2021 e dezembro de 2025, foi possível realizar a transformação das séries de preços em retornos logarítmicos. A utilização dos retornos, o teste de normalidade e o teste de Dickey-Fuller aumentado, permitiu reduzir problemas de não estacionariedade das séries temporais, tornando os dados mais adequados para a aplicação das medidas de correlação.

Tabela 1 - Retornos logarítmicos do preço do de fechamento Bitcoin

Data (2021)	Retorno Logarítmico 2021	Data (2025)	Retorno Logarítmico 2025
02/01/2021	0,089590	01/01/2025	0,010546
03/01/2021	0,020175	02/01/2025	0,025794
04/01/2021	-0,025022	03/01/2025	0,012519
05/01/2021	0,061280	04/01/2025	0,001312
06/01/2021	0,080022	05/01/2025	0,000801
07/01/2021	0,066871	06/01/2025	0,037562
08/01/2021	0,035593	07/01/2025	-0,051824
09/01/2021	-0,013401	08/01/2025	-0,019579
10/01/2021	-0,048300	09/01/2025	-0,027299
11/01/2021	-0,075514	10/01/2025	0,023693

Fonte: Elaboração própria, desenvolvido no Google Colab e reproduzido via Chat GPT

Tabela 2 - Retornos logarítmicos do preço de fechamento do Índice Nasdaq-100

Data (2021)	Retorno Logarítmico	Data (2025)	Retorno Logarítmico
05/01/2021	0,008450	14/01/2025	-0,001315
06/01/2021	-0,014083	15/01/2025	0,022882
07/01/2021	0,024742	16/01/2025	-0,006927
08/01/2021	0,012719	17/01/2025	0,016454
11/01/2021	-0,015589	21/01/2025	0,005829
12/01/2021	-0,000806	22/01/2025	0,013197
13/01/2021	0,006305	23/01/2025	0,002191
14/01/2021	-0,005793	24/01/2025	-0,005812
15/01/2021	-0,007374	27/01/2025	-0,030152
19/01/2021	0,014931	28/01/2025	0,015767

Fonte: Elaboração própria, desenvolvido no Google Colab e reproduzido via Chat GPT

Após o cálculo dos retornos, demonstrados nas tabelas 1 e 2, foi utilizado o `.describe()` para gerar dois resumos de estatísticas descritivas, uma sem a aplicação do método `.dropna()` para uma análise descritiva mais robusta dos dados e a outra com a remoção dos NaN's.

O `.describe()` calcula automaticamente medidas como a contagem de valores não nulos, a média, o desvio padrão, o valor mínimo, o valor máximo e os quartis (25%, 50% e 75%) dos retornos logarítmicos. As tabelas 3, 4 e 5 mostram as estatísticas descritivas dos ativos:

Tabela 3 - Resumo das estatísticas descritivas do Bitcoin sem dropna

Estatística	Valor
Número de observações	1.824
Média	0,000604
Desvio padrão	0,030588
Valor mínimo	-0,174053
1º Quartil (25%)	-0,013271
Mediana (50%)	-0,000008
3º Quartil (75%)	0,014807
Valor máximo	0,171821

Fonte: Elaboração própria, desenvolvido no Google Colab e reproduzido via Chat GPT

Tabela 4 - Resumo das estatísticas descritivas do Índice Nasdaq-100 sem dropna

Estatística	Valor
Número de observações	1.253
Média	0,000555
Desvio padrão	0,014421
Valor mínimo	-0,062593
1º Quartil (25%)	-0,006834
Mediana (50%)	0,001138
3º Quartil (75%)	0,008500
Valor máximo	0,113528

Fonte: Elaboração própria, desenvolvido no Google Colab e reproduzido via Chat GPT

Tabela 5 - Resumo das estatísticas descritivas do Índice Nasdaq-100 e do Bitcoin com dropna

Estatística	Bitcoin (Retornos Logarítmicos)	Nasdaq (Retornos Logarítmicos)
Número de observações	1.253	1.253
Média	0,000419	0,000555
Desvio padrão	0,034136	0,014421
Valor mínimo	-0,174053	-0,062593
1º Quartil (25%)	-0,016142	-0,006834
Mediana (50%)	-0,000342	0,001138
3º Quartil (75%)	0,017691	0,008500
Valor máximo	0,171821	0,113528

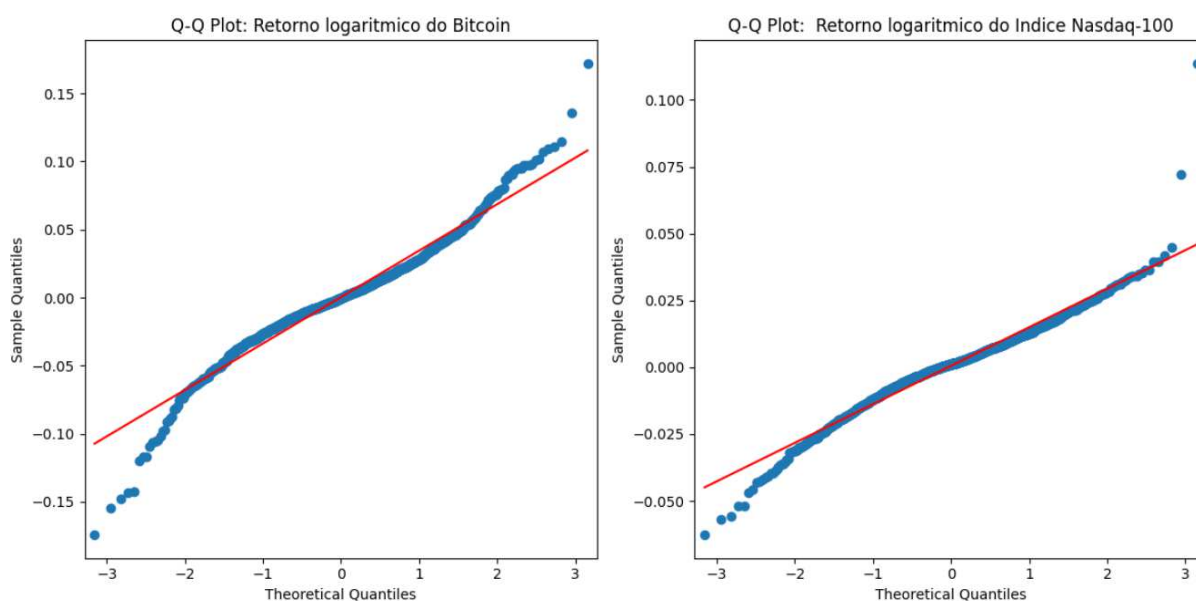
Fonte: Elaboração própria, desenvolvido no Google Colab e reproduzido via Chat GPT

Com isso, foi possível testar a normalidade das séries temporais e concluir que os pontos no Q-Q plot do Bitcoin se desviam consideravelmente da linha de 45 graus, principalmente nas extremidades inferior e superior, chamadas de “caldas”. Isso indica que os retornos logarítmicos do Bitcoin não seguem uma distribuição

normal. As caldas parecem ser mais pesadas do que o esperado para uma distribuição normal, o que é comum em ativos de alta volatilidade.

Já a distribuição do Nasdaq é um pouco mais próxima da normalidade do que a do Bitcoin, os pontos também se afastam da linha de 45 graus nas caudas. Isso sugere que os retornos logarítmicos do Nasdaq também não são perfeitamente normais, apresentando características de caudas mais pesadas. Sendo possível observar na figura 6:

Figura 6 - Teste de normalidade Q-Q plots



Fonte: Elaboração própria, desenvolvido no Google Colab

4.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS

O teste formal Jarque-Bera foi utilizado para verificar se a amostra de dados tem uma distribuição normal.

Tabela 6 - Teste Jarque-Bera

Métrica	Bitcoin (Retornos Logarítmicos)	Nasdaq-100 (Retornos Logarítmicos)
Estatística Jarque-Bera	454,193195	964,513176
p-valor Jarque-Bera	$2,3616 \times 10^{-99}$	$3,6193 \times 10^{-210}$

Fonte: Elaboração própria, desenvolvido no Google Colab e reproduzido via Chat GPT

De acordo com a tabela 6, os resultados dos p-valores de ambos ativos foram muito baixos, é possível concluir que os retornos logarítmicos do Bitcoin e do Índice Nasdaq-100 não seguem uma distribuição normal, rejeitando H_0 (hipótese nula). A rejeição da normalidade, indica que eventos extremos, sendo grandes ganhos ou grandes perdas são mais comuns do que uma distribuição normal preveria. Sendo muito importante para a gestão de risco e para a tomada de decisões de investimento.

Após transformar os preços em retornos logarítmicos também foi implementado o teste de Dickey-Fuller Aumentado (ADF), sendo possível verificar se uma série temporal é estacionária.

Tabela 7 - Teste Dickey-Fuller Aumentado (ADF)

Métrica	Bitcoin (Retornos Logarítmicos)	Nasdaq (Retornos Logarítmicos)
Estatística ADF	-44,3563	-22,0302
p-valor	0,0000	0,0000
Valor Crítico (1%)	-3,4339	-3,4356
Valor Crítico (5%)	-2,8631	-2,8639
Valor Crítico (10%)	-2,5676	-2,5680

Fonte: Elaboração própria, desenvolvido no Google Colab e reproduzido via Chat GPT

Os resultados da tabela 7 indicam que o valor da estatística ADF dos retornos do Bitcoin é de -44,356 com um p-valor de 0,000. Como o p-valor é significativamente menor que qualquer nível de significância comum, por exemplo, 1%, 5%, 10%, e a estatística ADF é muito mais negativa que os valores críticos, podemos rejeitar a hipótese nula de não estacionariedade. Isso indica que os retornos logarítmicos do Bitcoin são estacionários.

Os resultados do teste ADF para os retornos do Índice Nasdaq-100 indicaram que a estatística ADF é de -22.030 com um p-valor de 0,000. Novamente, o p-valor muito baixo e a estatística ADF abaixo dos valores críticos sugerem que os retornos logarítmicos do Nasdaq também são estacionários.

Após o teste de estacionariedade ter concluído que ambos os retornos são estacionários são feitos os cálculos das correlações de Pearson e Spearman.

Tabela 8 - Coeficiente de Correlação de Pearson

Métrica	Valor
Coeficiente de Correlação de Pearson	0,387223
Valor-p da Correlação de Pearson	$4,3012 \times 10^{-46}$
Limite Inferior do Intervalo de Confiança (95%)	0,339114
Limite Superior do Intervalo de Confiança (95%)	0,433311

Fonte: Elaboração própria, desenvolvido no Google Colab e reproduzido via Chat GPT

Tabela 9 - Coeficiente de Correlação de Spearman

Métrica	Valor
Coeficiente de Correlação de Spearman	0,362009
Valor-p da Correlação de Spearman	$4,2987 \times 10^{-40}$
Limite Inferior do Intervalo de Confiança (95%)	0,312902
Limite Superior do Intervalo de Confiança (95%)	0,409186

Fonte: Elaboração própria, desenvolvido no Google Colab e reproduzido via Chat GPT

A tabela 8 representa o coeficiente da correlação de Pearson, o resultado entre os retornos logarítmicos dos ativos é de 0,3872. Isso significa que existe uma correlação positiva moderada entre os dois ativos. Um valor de 0,3872 indica que, em média, quando um ativo tem retornos positivos, o outro também tende a ter, mas não é forte o suficiente para indicar uma dependência muito rígida. Além disso, o intervalo de confiança de 95% para o coeficiente de 0,339114 e 0,433311, não inclui o valor zero, reforçando a evidência de uma associação linear positiva entre os ativos.

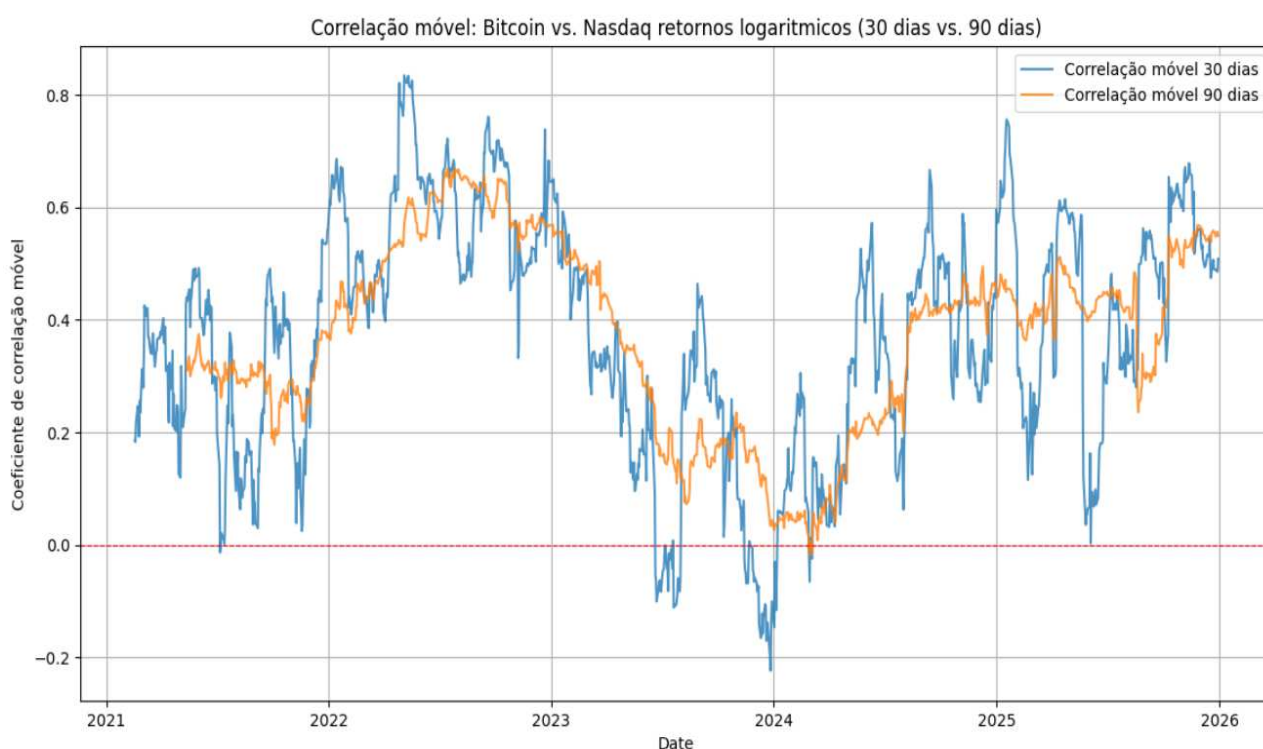
Ademais, na tabela 9 o coeficiente de Spearman é de 0,3620, o que reforça uma relação positiva moderada apesar de ser menor que o coeficiente de Pearson, e essa pequena diferença entre os dois pode indicar que a relação é predominantemente linear, mas com algumas nuances ou presença de outliers (valores atípicos) que o Spearman, por ser menos sensível a eles, refletem de forma um pouco diferente. Inclusive, o intervalo de confiança de 95%, compreendido entre

0,312902 e 0,409186, no qual não inclui o valor zero, corroborando a existência de uma relação monotônica positiva estatisticamente significativa entre os ativos. Ou seja, há uma relação positiva e moderada entre os retornos logarítmicos do Bitcoin e do Índice Nasdaq-100, sugerindo que eles tendem a se mover na mesma direção, mas com uma independência considerável.

Os coeficientes obtidos se enquadram como moderados pois segundo os critérios de magnitude de efeitos propostos por Cohen (1998), que são amplamente utilizados para contextualizar coeficientes de correlação, valores entre 0,30 e 0,49 são classificados como correlação moderada.

Por fim, foi feita a comparação dos retornos logarítmicos utilizando a correlação móvel, primeiro em uma janela de 30 dias e o outro de 90 dias. A figura 7 permite visualizar qual a intensidade da relação entre os ativos variou ao longo do tempo.

Figura 7- Comparação correlação móvel de 30 e 90 dias entre os retornos logarítmicos do Bitcoin e do Nasdaq



Fonte: Elaboração própria, desenvolvido no Google Colab

Tabela 10 - Média das correlações móveis (30 e 90 dias)

Métrica	Valor
Correlação Móvel Média (30 dias)	0,369936
Correlação Móvel Média (90 dias)	0,370933

Fonte: Elaboração própria, desenvolvido no Google Colab e reproduzido via Chat GPT

O resultado da tabela 10 mostra que as médias das correlações móveis de 30 e 90 dias são muito próximas dos valores das correlações de Pearson e Spearman. A proximidade entre as médias das correlações de 30 e 90 dias sugere que, ao longo do período analisado, a relação entre Bitcoin e Nasdaq não mostrou grandes flutuações entre o curto e o médio prazo em termos de seu valor médio. No entanto, os gráficos das correlações móveis revelam a evolução dessa relação ao longo do tempo, que podem ter picos e quedas significativos, mesmo que a média geral permaneça estável.

Esse comportamento evidencia a natureza dinâmica dos mercados financeiros e demonstra que fatores políticos, tecnológicos e econômicos, como o colapso da criptomoeda Luna e da exchange FTX em 2022, alta das taxas de juros pelo FED dos Estados Unidos e outro fator relevante neste período, em 2024, foi a aprovação dos ETF's de Bitcoin à vista nos EUA, mudando a dinâmica dos fluxos institucionais entre BTC e ativos tradicionais. Sendo assim, é possível concluir que diversos fatores podem alterar temporariamente o grau de integração entre os ativos.

Portanto, com base nos resultados obtidos neste estudo o Bitcoin e o Índice Nasdaq-100 demonstram uma movimentação positiva e moderada em seus retornos logarítmicos, que é estacionária ao longo do tempo. Embora a correlação média seja consistente, a análise das correlações móveis é crucial para entender a dinâmica e as flutuações dessa interdependência ao longo de diferentes períodos do mercado.

5. CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo analisar a correlação entre os retornos do Bitcoin e do Índice Nasdaq-100 no período entre janeiro de 2021 e janeiro de 2026, por meio da utilização de técnicas de análises de séries temporais, transformação dos preços em retornos logarítmicos, teste de estacionariedade e medidas de correlação.

Inicialmente, os preços de fechamento dos ativos foram transformados em retornos logarítmicos, procedimento utilizado para reduzir problemas de não estacionariedade e permitir análises estatísticas mais adequadas. Em seguida, foi aplicado o teste Jarque-Bera indicando que os dois ativos não seguem uma distribuição normal e o Q-Q plots para esta em representação visual. Para mais, foi implementado o teste de Dickey-Fuller Aumentado (ADF), cujos resultados indicaram que ambos retornos são estacionários, possibilitando a aplicação dos métodos de correlação.

Os resultados obtidos por meio da correlação de Pearson indicaram um coeficiente de 0,3872, enquanto a correlação de Spearman apresentou valor de 0,3620. Ambos os resultados apontam para uma correlação positiva moderada entre os retornos dos dois ativos, sugerindo que ao longo do período analisado, os ativos tendem a se movimentar na mesma direção, embora tenham um grau de independência.

A análise da correlação móvel, realizada por meio de janelas de 30 e 90 dias, complementou os resultados ao demonstrar que a relação entre os ativos não permaneceu perfeitamente constante ao longo do tempo. Embora as médias das correlações móveis (0,3699 e 0,3709) tenham se mantido próximas aos coeficientes encontrados pelos métodos de Pearson e Spearman, observou-se a existência de oscilações relevantes ao longo do período.

Dessa forma, os resultados encontrados permitem confirmar a hipótese de que existe correlação estatisticamente relevante entre o Bitcoin e o Índice Nasdaq-100. Ao mesmo tempo, os valores indicam uma correlação positiva moderada, preservando certo potencial de diversificação para carteiras de investidores. Os resultados também estão alinhados com o tópico da literatura empírica analisada, no qual ambos os estudos identificaram uma correlação positiva entre os dois ativos.

Porém, algumas limitações devem ser consideradas. Entre elas destacam-se as diferenças nos horários de negociação entre os mercados analisados, a impossibilidade de inferir causalidade a partir das medidas de correlação e a ocorrência de possíveis mudanças estruturais decorrentes de eventos macroeconômicos, regulatórios e tecnológicos ao longo do período estudado.

Por fim, este trabalho contribui para a compreensão da relação entre o Índice Nasdaq-100 ao fornecer evidências empíricas atualizadas sobre o comportamento destes ativos. Como sugestão para pesquisas futuras, recomenda-se a utilização de modelos econométricos mais avançados, como teste de causalidade de Granger e testes de cointegração, permitindo uma investigação mais aprofundada da dinâmica existente entre os mercados de criptomoeda e o mercado acionário.

REFERÊNCIAS

- AHMADOVA, Aysu; GULIYEV, Taghi; ALIYEV, Khatai. *The relationship between Bitcoin and Nasdaq, U.S. Dollar Index and commodities*. **International Journal of Energy Economics and Policy**, v. 14, n. 1, p. 281-289, 2024. DOI: 10.32479/ijeep.14996
- BARBIERO, A., VETTORATO, D. When is the Pearson coefficient not a suitable tool for examining relationships between variables? **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 105, n.4, E6, 2008.
- BLAU, Benjamin M. Price dynamics and speculative trading in Bitcoin. **Research in International Business and Finance**, v. 41, p. 493-499, 2017.
- COHEN, Jacob. **Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences**. 2nd ed. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1988.
- CORSI, F. (2009). **Um modelo aproximado simples de memória longa da volatilidade realizada**. *Journal of Financial Econometrics* , 7 , 174–196.
- DWYER, Gerald P. **The economics of Bitcoin and similar private digital currencies**. *Journal of Financial Stability*, v. 17, p. 81-91, 2015.
- FAKHFEKH, M., JERIBI, A. (2020). **Volatility dynamics of crypto-currencies' returns: Evidence from asymmetric and long memory GARCH models**. *Research in International Business and Finance*, 51, DOI: 10.1016/j.ribaf.2019.101075.
- FUNG, K., JEONG, J., PEREIRA, J. (2022). More to Cryptos than bitcoin: A Garch modelling of heterogeneous cryptocurrencies. **Finance Research Letters**, 47. DOI: 10.1016/j.frl.2021.102544
- GAGNIDZE, A.; IAVICH, M. Statical Investigation of the possible relations between Bitcoin Prices and NASDAQ Index. **Collection of scientific papers, East European University**, 2021, v. 3, p. 55 - 63.
- GUJARATI, Damodar N.; PORTER, Dawn C. **Econometria básica**. 5ª ed. Porto Alegre: AMGH, 2011.
- HAQ, I. U., MANEENGAM, A., CHUPRADIT, S., SUKSATAN, W. e HUO, C. (2021). **Incerteza da Política Econômica e o Mercado de Criptomoedas como uma Alternativa de Gestão de Risco: Uma Revisão Sistemática**. *Risks*, v.9, n.9, Artigo 163. DOI: 10.3390/risks9090163
- HASANOV, Ali. Analysis of the relationship between returns of Nasdaq Composite and Bitcoin. **Intern. Journal of Profess. Business Review**, Miami, v. 8, n. 11, p. 1-13, 2023. DOI: 10.26668/v8i11.3075

KOCHLING, G.; SCHMIDTKE, P.; POSCH, P. N. (2020). **Volatility forecasting accuracy for Bitcoin. Economics Letters**, 191. DOI: 10.1016/j.econlet.2019.108836.

LI, Yuxuan; ZHOU, Yuqin; HUANG, Jun; XIE, Lin; HUANG, Hancheng. Bitcoin ETFs and structural decoupling in the cryptocurrency market: evidence from altcoin correlation dynamics. **Cogent Economics & Finance**, v. 14, n. 1, 2026. DOI: 10.1080/23322039.2026.2625541.

Lu, Zhaoying; Fang, Yuanju (2026). **What Explains Bitcoin Volatility? Evidence from an Extended HAR Framework**. *International Journal of Financial Studies*. v.14, n. 4, p. 81. Doi:10.3390/ijfs14040081

MARKOWITZ, Harry. Portfolio Selection. The Journal of Finance, v. 7, n. 1, p. 77-91, 1952.

NAKAMOTO, Satoshi. Bitcoin: a peer-to-peer electronic cash system. 2008.

ONOVUGHE, Godspower Eseoghene; SOPURU, Joshua. Exploring Bitcoin's adoption and its correlation with the US dollar, gold, and the Nasdaq Composite Index: a comprehensive analysis. **GAU Journal of Social Science**, v. 1, n. 4, p. 59–81, 2025. DOI: 10.64192/nd2arqf.

PEARSON, Karl. Mathematical contributions to the theory of evolution. **Philosophical Magazine**, série 5, v. 50, n.302, p. 157-175, 1900.

PICHL, Lukáš; KAIZOJI, Taisei. Disclosing the relationship between Nasdaq and Bitcoin using machine learning and deep learning. **Quantitative Finance and Economics**, v. 1, n. 4, p. 474–485, 2017. DOI: 10.3934/QFE.2017.4.474.

PRABHAKARAN, Selva. *Augmented Dickey Fuller Test (ADF Test) – Must Read Guide*. Machine Learning Plus, 2019. Disponível em: <https://machinelearningplus.com/time-series/augmented-dickey-fuller-test/>. Acesso em: 9 jun. 2026.

SHARPE, William F. Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk. **The Journal of Finance**, v. 19, n. 3, p. 425-442, 1964.

SHARPE, William F. Mutual Fund Performance. **The Journal of Business**, v. 39, n. 1, p. 119-138, 1966.

SILVESTRE, Miriam Rodrigues. Qual teste de correlação é mais adequado: Pearson ou Spearman? In: V SIMPÓSIO PARANAENSE DE CLIMATOLOGIA, 2014, Curitiba. **ANAI DO X SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA; REUNIÃO DA CoC-UGI**, 2014. p. 1965–1977.

SPEARMAN, C. The proof and measurement of association between two things. **American Journal of Psychology**, v. 15, p. 72-101, 1904.

TSAY, Ruey S. **Analysis of financial time series**. 3ª ed. Hoboken: Wiley, 2010.

YULE, G. U. Why do we sometimes get nonsense-correlations between time-series? A study in sampling and the nature of time-series. ***Journal of the royal statistical society***, v. 89, n. 1, p. 1–63, 1926.