

## ANÁLISE DE RISCO E RETORNO DO BITCOIN FRENTE A ATIVOS DE ALTA VOLATILIDADE SOB A PERSPECTIVA DO ÍNDICE DE SHARPE<sup>1</sup>

Rodrigo Xavier Andrade<sup>2</sup>

### RESUMO

Este estudo fornece uma análise comparativa entre a criptomoeda Bitcoin e ativos de alta volatilidade do mercado financeiro brasileiro e americano dos anos 2017 até 2021. Para a presente pesquisa utilizou-se do índice de Sharpe como indicador a fim de analisar o retorno por cada unidade de risco assumida do Bitcoin e dos índices Ibovespa, IMA-B 5+, Dow Jones Industrial Average®, S&P 500® e Nasdaq-100. Utilizou-se de dois ativos livres de risco como base para aplicação na fórmula do índice de Sharpe, um americano (DGS10) e um brasileiro (SELIC). A análise feita contempla os retornos anuais desses ativos citados do período de 2017 até 2021 e também o retorno acumulado dos 5 anos. Após a análise ser feita, verificou-se que o Bitcoin em dólares (USD) possuiu a melhor relação de índice de Sharpe e também a maior rentabilidade anual dentre os anos e ativos analisados. Já se considerarmos o acumulado de 5 anos, constatamos que o ativo que teve o melhor desempenho foi o Bitcoin em reais (BRL).

Palavras-chave: Criptomoeda. Bitcoin. Índice de Sharpe. Análise de risco e retorno. Investimentos

### ABSTRACT

This study provides a comparative analysis between the Bitcoin cryptocurrency and high volatility assets of the Brazilian and American financial market from the years 2017 to 2021. For the present research, the Sharpe index was used as an indicator in order to analyze the return for each unit of currency. Assumed risk of Bitcoin and the Ibovespa, IMA-B 5+, Dow Jones Industrial Average®, S&P 500® and Nasdaq-100 indices. Two risk-free assets were used for later application in the Sharpe ratio formula, one American (DGS10) and one Brazilian (SELIC). The analysis made includes the annual returns of these mentioned assets from the period from 2017 to 2021 and also the accumulated return of the 5 years. After the analysis was done, it was found that Bitcoin in reais (BRL) had the best Sharpe ratio and also the highest annual profitability among the years and assets analyzed. If we consider the accumulated of 5 years, we find that the asset that had the best performance was Bitcoin in dollars (USD).

Key-words: Cryptocurrency. Bitcoin. Sharpe Ratio. Risk and return analysis. Investments.

## 1 INTRODUÇÃO

---

<sup>1</sup> Trabalho de Estágio supervisionado, desenvolvido sob orientação do Professor Dr. Luís Antônio Sleimann Bertussi

<sup>2</sup> Acadêmico do Curso de Administração da Universidade de Passo Fundo. E-mail: 145522@upf.br

Dentre as criptomoedas existentes, a mais popular é o Bitcoin, a qual segundo Ulrich (2014) pode ser definida como uma forma de dinheiro, assim como o real, o dólar ou o euro, com a diferença de ser digital e não ter a necessidade de ser emitido pelo governo.

Esta criptomoeda de maior renome no cenário mundial foi criada por Satoshi Nakamoto (pseudônimo utilizado pela pessoa ou pessoas que criaram o Bitcoin) no ano de 2008, após a grande crise financeira enfrentada neste mesmo ano oriunda da explosão da bolha imobiliária nos EUA e da falência do Lehman Brothers, um dos mais renomados bancos americanos. A criação do Bitcoin tinha como intuito dar outras alternativas as já tradicionais moedas existentes, mas sem a interferência dos governos ou órgãos competentes já que o mesmo é criptografado e descentralizado e, sendo assim pode ser controlado apenas por seus próprios usuários. Entretanto, apesar do Bitcoin ser criado com a principal finalidade de ser um meio de pagamento, este atraiu o olhar de investidores que o enxergam mais como um ativo de investimento, devido a sua expressiva valorização em um curto espaço de tempo.

Para o presente trabalho foram utilizados índices altamente voláteis, reconhecidos e considerados como referência para investidores, que são: o Dow Jones Industrial Average® (DJIA); Standard & Poor's 500 (S&P 500®); Nasdaq-100; índice Ibovespa e; índice IMA-B 5+.

Apesar da não garantia de que continuará a crescer e embora tenha um desenvolvimento em um ritmo muito acelerado, o Bitcoin é um espaço crescente de inovação e novas oportunidades de negócios. A presente pesquisa se torna de fundamental importância pois existe a necessidade de relacionar a criptomoeda Bitcoin com outros ativos para a melhor tomada de decisão de investimento.

Este trabalho tem como objetivo geral realizar a análise do investimento em Bitcoin em termos de risco e retorno sob a concepção do índice de Sharpe frente à índices de alta volatilidade do mercado financeiro brasileiro e americano.

Para se chegar ao objetivo geral, os objetivos específicos a seguir propostos devem ser alcançados, os quais são:

- Apresentar a origem e evolução das criptomoedas;
- Analisar a rentabilidade do Bitcoin e dos índices citados;
- Comparar os desempenhos do Bitcoin e dos índices;
- Calcular e analisar o índice de Sharpe de cada um dos investimentos;
- Comparar risco X retorno do Bitcoin e dos índices.

Diante desse contexto de popularização do Bitcoin e a necessidade de comparação com outros ativos do mercado de investimentos, visando uma melhor educação financeira onde impacta e influencia diretamente na decisão da alocação do patrimônio do investidor, buscou-

se responder a seguinte questão: **Criptomoeda Bitcoin ou um dos índices de alta volatilidade. Qual investimento teve o melhor desempenho ao analisar risco e retorno sob a perspectiva do índice de Sharpe?**

## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

Desde os tempos primitivos, a relação de trocas feitas pela sociedade era evidente. Segundo Bain e Howells (2009), a moeda teve origem no século 8 a.c., com a conversão do metal em moedas.

De acordo com Lopes e Rossetti (2005), os principais metais utilizados como moeda de troca eram o ouro, a prata e o cobre, assim respectivamente por ordem de valor do maior para o menor.

De acordo com Yermack (2013), podemos distinguir a moeda em três propriedades: como meio de troca de mercadorias e serviços, unidade de conta e reserva de valor. Dentre essas três definições, a principal é a de meio de troca, pois é através dela que a economia real é constituída. Sendo assim, as outras definições são decorrências da função primária de meio de troca.

### **2.1 Investimentos**

A busca de métodos que proporcionem ao investidor informações mais assertivas na hora de analisar determinado investimento vai de encontro ao aumento dos trabalhos acadêmicos relacionados a esse tema, os quais evoluem constantemente ao mesmo tempo que as áreas financeiras e tecnológicas.

De acordo com Reilly e Brown (2003), investimento é quando ocorre o comprometimento de dinheiro por um período de tempo, com o intuito de receber um prêmio futuro que vai recompensar o processo decorrido

### **2.2 Criptomoedas**

Há algum tempo já é comum ouvirmos sobre o mundo digital e como ele vem avançando de uma forma muito surpreendente. As criptomoedas são um exemplo de como a realidade virtual está cada vez mais dentro do nosso mundo real. De acordo com Kovacs (2021), uma

criptomoeda é uma moeda digital ou virtual protegida por criptografia, o que a torna quase impossível de falsificar ou gastar o dobro.

Chu et al. (2017) define criptomoeda como um ativo digital desenhado para funcionar como meio de câmbio utilizando criptografia para proteger as transações e controlar a criação de unidades adicionais.

O MarketCap ou capitalização de mercado de uma criptomoeda pode ser definido como o valor total de fornecimento em circulação da mesma criptomoeda, ou seja, a quantidade de moedas emitidas multiplicado pelo seu preço atual. Segundo a Coinmarketcap (2022), existem atualmente (06/2022) mais de 19.700 criptomoedas, e destas, temos destaque para as cinco principais criptomoedas do ranking de acordo com a capitalização de mercado que são respectivamente: Bitcoin (BTC), Ethereum (ETH), Tether (USDT), BNB (BNB) e USD Coin (USDC). A dominância prevalece entre as duas primeiras moedas desse ranking, onde possuem uma fatia em torno de 64% de todo o mercado das criptomoedas.

### 2.2.1 O Bitcoin

Cada vez mais vemos investidores que buscam potencializar seus ganhos e diversificar seus investimentos. A inclusão da criptomoeda Bitcoin como uma alternativa as já conhecidas e populares moedas estão revolucionando todo o sistema financeiro, uma vez que a mesma não necessita de uma autoridade central para o seu funcionamento. De acordo com Ulrich (2014), o Bitcoin foi criado no ano de 2008 pelo programador conhecido pelo pseudônimo de Satoshi Nakamoto com o objetivo de ser o primeiro sistema de pagamentos totalmente descentralizado, ou seja, ele não depende de uma autoridade central.

Segundo o Bitcoin.Org (2022), existem quatro formas de se adquirir Bitcoins, que são: Através de pagamento de bens ou serviços; comprar Bitcoins em uma Exchange; converter um tipo de criptomoeda em outro (por exemplo trocar Ethereum por Bitcoin) e; ganhar Bitcoins através do processo de mineração.

O Bitcoin encontra desafios se comparada com uma moeda de renome mundial, a qual atende normalmente a três requisitos, que são: a) meio de troca: Uma função primordial de uma moeda é ter a possibilidade de ser usada como um meio de troca. Apesar de sua alta expansão nos últimos anos, o Bitcoin ainda possui uma pequena parcela dentro do comércio global; b) unidade de conta: uma forma de atender ao requisito de unidade de conta é abordar um determinado tipo de moeda como um numerário. Nesse quesito o Bitcoin sofre muita

dificuldade pois devido a sua alta volatilidade, os comerciantes que aceitariam o Bitcoin teriam que recalcular o preço de seus produtos muitas vezes. Outro fator que deixa a desejar é a divergência entre preços em diferentes exchanges mundiais, levando ao consumidor uma incerteza sobre o real preço do produto ou de seu patrimônio. Para um produto cujo valor seria abaixo do que atualmente estaria cotada uma unidade de Bitcoin, o valor então deveria ser fracionado. Nesse caso os preços dos produtos deveriam conter na maioria das vezes quatro ou até mais casas decimais, o que levaria o consumidor e até mesmo o comerciante a uma dificuldade em entender o real preço do produto; c) reserva de valor: Essa função da moeda significa que o proprietário da mesma pretende guardá-la e em um momento futuro trocá-la por algum bem ou serviço sem que o valor sofra alterações negativas. (YERMACK, 2013)

As criptomoedas podem ser classificadas em três subconjuntos de moedas virtuais, que são elas: (1) moedas virtuais que só podem ser usadas em um sistema virtual fechado: geralmente em jogos on-line, não podendo ser considerada uma moeda de valor fora da realidade virtual; (2) moedas virtuais que estão unilateralmente ligadas a economia real: existe uma taxa de conversão para comprar a moeda com moeda tradicional e a moeda comprada pode, posteriormente, ser usada para comprar bens e serviços virtuais e excepcionalmente, também pode comprar bens reais e serviços, como os créditos do *Facebook*; (3) moedas virtuais que estão bilateralmente ligadas a economia real: existem taxas de conversão tanto para a compra da moeda virtual como para a venda dessa moeda; a moeda comprada pode ser usada para comprar bens e serviços virtuais e reais. (EUROPEAN CENTRAL BANK, 2012).

Conforme Antonopoulos (2018), o Bitcoin utiliza um sistema que chamamos de p2p, ou ponto a ponto, que significa que quando você envia uma transação para a rede, cada ponto a trata da mesma maneira. Ou seja, nenhum governo pode manipular o fornecimento de Bitcoin, pois os mesmos são criptografados com códigos matemáticos descentralizados e regidos por regras dos próprios usuários.

As unidades de Bitcoin são criadas através do processo conhecido como mineração. Segundo Yermack (2013), o fornecimento de unidades de Bitcoin está fixado em 21 milhões de unidades, o que se dá uma estimativa de que chegará ao limite no ano de 2140. Embora essa estimativa pareça um pouco assustadora, uma vez que hoje já foram mineradas quase cerca de 19 milhões de unidades, a Goldman Sachs (2021) diz que há uma alternativa para que esse limite seja expandido, mas para isso é necessário que 51% dos computadores que detém a rede de mineração estejam de acordo com essa mudança de aumento no número de unidades desta

criptomoeda. Para isso existem fóruns onde esses tipos de alterações na rede são discutidos e um consenso é obtido.

Conforme Ulrich (2014), o primeiro preço de Bitcoin foi registrado em outubro de 2009, quando poderíamos comprar aproximadamente 1.309 (mil trezentos e nove) unidades de Bitcoin com apenas um dólar. Este preço foi calculado em cima dos custos de mineração.

Para Buchholz et al. (2012), a variação do preço do Bitcoin ou de qualquer outra criptomoeda consiste na interação entre a oferta e a demanda. Ou seja, suas alterações no preço, tanto positiva quanto negativamente, dependem do montante em circulação e da movimentação desta criptomoeda.

Já para Cheah e Fry (2015), as criptomoedas sofrem alteração em seu preço muito mais por especulação do que por comportamentos macroeconômicos, definindo as como uma bolha especulativa. Um exemplo que temos são as criptomoedas baseadas em “memes”, as quais podem ter grandes variações de preços em um espaço de tempo muito pequeno, ocasionado geralmente por mera especulação.

Figura 2 – Evolução do preço da criptomoeda Bitcoin de 2013 até 2021



Fonte: (COINMARKETCAP, 2022)

Diante dessa figura podemos analisar o gráfico e concluir que desde o ano de 2013 até 2016 o preço do Bitcoin se manteve praticamente estável, no entanto no ano de 2017 foi onde o Bitcoin teve uma grande valorização em um curto espaço de tempo. Conforme dados da Coinmarketcap (2022), no dia 01 de janeiro de 2017 a cotação de uma unidade de Bitcoin estava

em \$ 963,66, já no dia 31 de dezembro do mesmo ano a mesma estava cotada em \$ 12.897,70, o que representa uma alta significativa em torno de 1.238%.

O Bitcoin possui um registro público conhecido como blockchain onde todas as transações que já foram executadas são validadas através de assinaturas digitais que correspondem a um determinado endereço, sendo assim cada usuário tem o controle sobre as operações que deseja efetuar. A criação de novas unidades de Bitcoins é feita através de uma espécie de competição, onde os mineradores de Bitcoin competem entre si com a finalidade de verificar a validade das informações de um novo bloco, conferindo se a transação com a criptomoeda ocorreu da forma que deveria. (BITCOIN.ORG, 2022).

De acordo com a Bitcoin Mining (2022), a mineração de Bitcoin é o processo pelo qual se verificam transações na rede e a tornam mais segura. Em troca dos mineradores usarem seu poder computacional para esse processo, eles podem receber Bitcoin novos e também o valor das taxas que são inclusas nas transações.

Segundo a Binance Academy (2018), um ataque contra o blockchain pode ser executado se 51% do poder computacional da rede estiver de acordo com determinada mudança, porém esse ataque é considerado com uma chance mínima devido a amplitude de toda a rede mundial em que o blockchain está inserido.

De acordo com Swan (2015), o blockchain é o livro razão público onde todas as transações ficam armazenadas e onde novos blocos de armazenamento são adicionados por meio do processo de mineração.

Conforme Ulrich (2014), a mineração é o processo onde os computadores conectados a rede competem entre si para a resolução de cálculos matemáticos a fim de achar a solução para a geração de novos blocos do blockchain. Os mineradores são os responsáveis por esse processo, os quais são recompensados com um bônus ao achar a solução do cálculo.

Ulrich (2014) afirma que o blockchain foi criado no ano de 2009 por Satoshi Nakamoto, com a finalidade de resolver o problema do gasto duplo e também de excluir a necessidade de um terceiro para que fosse possível a transferência de recursos entre dois endereços. A criptografia utilizada pela criptomoeda Bitcoin assegura que existe uma segurança de que um usuário não conseguirá acessar a carteira de outro usuário, assim fortalecendo a rede blockchain como um todo.

## 2.3 Índices

De acordo com Assaf Neto (2018), os índices da bolsa de valores seguem o comportamento médio das ações que o compõem, refletindo seus preços de uma forma ponderada.

Levando em consideração que o estudo engloba apenas índices americanos e brasileiros, listamos cinco dos principais índices que fazem parte dessas duas nações, os quais são: Dow Jones Industrial Average<sup>®</sup> (DJIA), Standard & Poor's 500 (S&P 500<sup>®</sup>), Nasdaq-100, índice Ibovespa e o índice IMA-B 5+.

### 2.3.1 Índice Dow Jones Industrial Average<sup>®</sup>

O Dow Jones Industrial Average<sup>®</sup> é um indicador reconhecido mundialmente na bolsa americana que foi lançado no ano de 1896.

O índice Dow Jones Industrial Average<sup>®</sup> é uma medida referenciada pelo preço de 30 das maiores empresas americanas onde atualmente compõem uma capitalização de mercado total de US\$10.570.706,9. Esse índice, que não apresenta os segmentos de transporte e serviços de utilidade pública, inclui os seguintes setores, por ordem de ponderação do maior para o menor: tecnologia da informação (21%), cuidados de saúde (20,2%), finanças (15,4%), industriais (13,9%), consumidor discricionário (13,5%), bens de consumo (8,4%), serviços de comunicação (3,2%), energia (3,1%) e materiais (1,3%).(S&P GLOBAL, 2022).

### 2.3.2 Índice S&P 500<sup>®</sup>

De acordo com a S&P Global (2022), o índice S&P 500<sup>®</sup> foi criado no ano de 1957 e reflete o desempenho de 500 das melhores empresas do segmento de alta capitalização do mercado americano. Este índice cobre aproximadamente 80% de toda a capitalização de mercado disponível americana.



O S&P 500<sup>®</sup> possui alguns pré-requisitos para que uma empresa se torne selecionável para a composição do índice, os quais citaremos a seguir: Capitalização de mercado: Volume de capitalização de mercado de US\$4,6 bilhões ou mais; Liquidez: A empresa deve obrigatoriamente movimentar 250.000 ações por mês durante seis meses antes de uma avaliação feita por um comitê para uma possível inclusão da empresa no índice; Domicílio: A empresa deverá manter sua sede nos EUA, assim como também sua receita deve ser proveniente do mesmo país; Classificação no setor: Cada setor tem um peso correspondente dentro do índice, o que colabora para o equilíbrio entre todos os setores, logo cada empresa é medida dentro do seu setor; Viabilidade Financeira: Sendo ponderada a renda líquida de três em três meses, a empresa deverá ter resultados positivos nos últimos quatro trimestres para que tenha elegibilidade de ser incluída no índice.(S&P DOW JONES INDICES, 2022)

### 2.3.3 Índice Nasdaq-100

O índice Nasdaq-100 é reconhecido mundialmente pois é através dele que os investidores têm um monitoramento do comportamento do mercado americano. De acordo com a Equipe de Pesquisa do Índice Nasdaq (2021), o índice Nasdaq-100 é voltado em sua maior parte para setores de tecnologia, serviços ao consumidor e assistência médica.

O Nasdaq-100 foi criado no ano de 1985 e este índice inclui, com base na capitalização de mercado, as 100 maiores empresas não financeiras americanas e internacionais listadas na bolsa americana NASDAQ. Se levarmos em consideração o valor de mercado dessas empresas que constituem o índice, podemos destacar as 5 primeiras como sendo: Ações ordinárias da Apple Inc. (US\$2.733.231.651.000), Ações ordinárias da Microsoft Corporation (US\$2.075.581.275.625), Alphabet Inc. Capital Social Classe C (US\$1.514.108.522.182), Alphabet Inc. Ações ordinárias classe A (US\$1.502.821.834.291) e Amazon.com Inc. Ações ordinárias (US\$1.264.042.864.323). (NASDAQ, 2022).

### 2.3.4 Índice Ibovespa

O índice Ibovespa é o mais forte indicador do mercado de ações brasileiro negociados na B3. Para que se considerem parte do índice Ibovespa, os ativos devem atender a alguns critérios de elegibilidade que de acordo com a B3 (2020) são:

Estar entre os ativos elegíveis que, no período de vigência das 3 (três) carteiras anteriores, em ordem decrescente de Índice de Negociabilidade (IN), representem em conjunto 85% (oitenta e cinco por cento) do somatório total desses indicadores; Ter presença em pregão de 95% (noventa e cinco por cento) no período de vigência das 3 (três) carteiras anteriores; Ter participação em termos de volume financeiro maior ou igual a 0,1% (zero vírgula um por cento), no mercado a vista (lote-padrão) no período de vigência das 3 (três) carteiras anteriores; Não ser classificado como *Penny Stock*.

O objetivo do índice Ibovespa é ser um indicador que reflete o desempenho médio das ações mais negociadas e com maior representatividade na bolsa de valores brasileira. Este índice criado no ano de 1968 é reavaliado quadrimestralmente (1<sup>a</sup> segunda-feira de janeiro, de maio e de setembro), onde dentre as 91 empresas que o compõem atualmente, podemos citar cinco que têm uma maior participação no índice, que são: Vale (VALE3) com 16,36%, Petrobras (PETR4) com 7,02%, Itaú Unibanco (ITUB4) com 5,75%, Bradesco (BBDC4) com 4,56% e Petrobras (PETR3) com 4,48%. Juntas essas empresas somam mais de 38% do percentual total do índice. (B3, 2022).

### 2.3.5 Índice IMA-B 5+

De acordo com a Anbima (2021), os índices IMA (Índice de Mercado Anbima) podem ser definidos como índices que fazem referência e acompanham o desempenho dos Títulos Públicos Federais, servindo como benchmark para o segmento e atendendo as necessidades de diversos perfis de investidores que procuram uma diversificação maior para o portfólio de seus investimentos.

Cada índice da categoria IMA é atrelado a um determinado Título Público Federal. O índice IMA-B por exemplo é formado pelas NTN-Bs (Notas do Tesouro Nacional – série B), que são títulos indexados à inflação do IPCA (Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo). Dentro do IMA-B, temos duas subcategorias em que os índices são divididos, que são o IMA-B 5 e o IMA-B 5+. O que diferencia uma categoria de outra são os prazos dos títulos públicos que o referenciam. Enquanto o IMA-B 5 é atrelado às NTN-Bs com vencimentos até 5 anos, o IMA-B 5+ é referenciado por títulos com vencimentos iguais ou acima de cinco anos.

O índice IMA-B 5+ é composto por dez NTN-Bs, onde cada uma conta com um peso diferente dentro da carteira. (ANBIMA, 2021)

### 3 METODOLOGIA

Neste capítulo serão expostos os aspectos metodológicos que serão utilizados para alcançar os resultados da pesquisa. De acordo com Diehl e Tatim (2004), a metodologia é o caminho onde se tem como objetivo a identificação, apontamento, coleta e avaliação dos dados e processos, possibilitando agregar conhecimento a determinado assunto com a finalidade de encontrar uma resolução para determinada questão.

Conforme Lakatos e Marconi (2021), a metodologia é o capítulo onde se obtém os dados que serão analisados, indicando os instrumentos, métodos e técnicas utilizadas para que seja realizada determinada pesquisa e se chegue a um resultado.

Esta pesquisa é classificada como documental, pois seus dados serão extraídos de fontes já existentes; do tipo descritiva, pois serão descritos os dados de cotação de preços de diferentes ativos em um determinado período; e de caráter quantitativo, pois envolve dados, cálculos e análises estatísticas com a finalidade de verificar hipóteses.

Segundo Lakatos e Marconi (2021), a pesquisa documental fica reservada a dados extraídos de documentos após ocorrer determinado acontecimento. Uma pesquisa quantitativa descritiva tem como principal objetivo a investigação de fatos baseados em experiências, com o intuito de transformar dados já existentes em informações e resultados.

A pesquisa descritiva pode ser apresentada como sendo uma análise de dados de uma determinada população, fenômeno ou uma relação entre variáveis, utilizando-se de técnicas padronizadas de coleta de dados. A pesquisa documental é um tipo de pesquisa que avalia dados que ainda não passaram por uma observação analítica, mas que já são conhecidos, ou que os resultados podem ser reformulados por meio da pesquisa que será feita. (DIEHL; TATIM, 2004).

Conforme Diehl e Tatim (2004), a pesquisa de caráter quantitativo tem como principal definição a coleta de dados e a utilização de ferramentas estatísticas para a transformação dos mesmos em informações, com a finalidade de apresentar resultados estruturados.

Diante disso, tem-se como objetivo a análise dos investimentos na criptomoeda Bitcoin e em ativos de alta volatilidade, os quais já foram citados anteriormente, com o intuito de

identificar o investimento mais vantajoso levando em consideração o risco e retorno dos mesmos.

As técnicas de coleta de dados devem ser escolhidas e aplicadas pelo pesquisador conforme o contexto da pesquisa, porém deve-se ter em mente que todas elas possuem qualidades e limitações, uma vez que são meios cuja sua eficácia depende de sua adequada utilização. (DIEHL; TATIM, 2004).

De acordo com Lakatos e Marconi (2021), a coleta de dados é uma tarefa que consiste no recolhimento de materiais que serão utilizados para uma posterior análise e conclusão em um resultado final.

Para a realização do presente estudo foram coletados dados secundários, os quais segundo Diehl e Tatim (2004) são dados já existentes que são usados pelo pesquisador em forma de arquivos, bancos de dados, índices ou relatórios e fontes bibliográficas, transcritas de fontes primárias.

Para a realização da coleta de dados do Bitcoin, do Dow Jones Industrial Average<sup>®</sup>, do Índice S&P 500<sup>®</sup>, do Índice Nasdaq-100 e do Índice Ibovespa, foi utilizado como referência o site Investing, de onde foram retirados os dados históricos de preços do período de 01/01/2017 até 31/12/2021 os quais foram necessários para a construção dos parâmetros a fim de realizar o estudo. Já para a cotação do Índice IMA-B 5+, foi utilizado dados de preços do mesmo período retirados do site BCB.

O ativo livre de risco representa o menor risco possível de um investimento, podendo este ser utilizado como referência para comparar com os demais ativos. Os índices americanos Dow Jones Industrial Average<sup>®</sup>, S&P 500<sup>®</sup> e Nasdaq-100 utilizarão o DGS10 (Títulos do Tesouro dos EUA com vencimento constante de 10 anos) como ativo livre de risco, este retirado do site St. Louis Fed. Os dois índices brasileiros utilizados que são o Índice Ibovespa e o índice IMA-B 5+ irão usar a taxa SELIC (Sistema Especial de Liquidação de Custódia) como ativo livre de risco, a qual teve dados retirados do site IDEAL. Já a criptomoeda Bitcoin, por ser mundial, foi correlacionada com os dois ativos livres de risco (DGS10 e SELIC), utilizando suas cotações em dólar americano e real, respectivamente.

Através dessa coleta de dados e posterior análise foi possível obter informações mais assertivas para que fosse possível atender ao objetivo geral de analisar o Bitcoin e os demais ativos e chegar à um denominador comum sobre a melhor relação risco x retorno dentre os investimentos avaliados.

Em seguida, após a etapa de coleta dos dados, foi realizada a análise dos mesmos, a qual foi executada com base nos dados das cotações de preços anuais desde 2017 até 2021 dos ativos citados na seção anterior.

Lakatos e Marconi (2021) define a etapa de análise de dados como a verificação da relação entre o fato estudado e fenômenos já existentes, ou seja, é onde ocorre a investigação dos dados anteriormente coletados para que estes se transformem em resultados.

Conforme o que Diehl e Tatim (2004) evidenciam, o processo de análise de dados ocorre quando os dados coletados são verificados e submetidos a métodos estatísticos com o auxílio de programas computacionais afim de calcular correlações entre duas ou mais variáveis.

Assim, nesta presente pesquisa, os dados documentais da cotação de preços dos ativos foram remetidos para o programa Microsoft Excel com o intuito de correlacionar os ativos estudados e chegar a um resultado sobre qual investimento teve a melhor relação risco x retorno nos anos de 2017 a 2021.

Em um primeiro momento, foram calculados os retornos anuais e acumulados de 5 anos dos ativos livres de risco (DGS10 e SELIC), para que fosse possível aplicá-los na fórmula do índice de Sharpe. Após isso, foram calculadas as variações mensais em % (percentual) de cada ativo analisado, o retorno acumulado para cada ano estudado e o acumulado de 5 anos dos ativos. Isso foi possível através da fórmula MULT do Microsoft Excel, utilizada para acumular retornos. Com os dados das variações mensais de cada ativo foi possível aplicar a fórmula DESVPAD.A do Microsoft Excel e encontrar o desvio padrão para cada ano e também o acumulado de 5 anos. Finalmente após os dados do retorno acumulado dos ativos, os retornos da taxa livre de risco e o desvio padrão serem encontrados, foi calculado o índice de Sharpe, o qual tem a seguinte fórmula, original, em inglês:

$$SR = \frac{R_p - R_f}{\sigma}$$

Onde:

SR = Sharpe Ratio (Índice de Sharpe);

R<sub>p</sub> = Return of Portfolio (Retorno do Portfólio);

R<sub>f</sub> = Risk Free Rate (Taxa livre de risco);

σ = Standard Deviation of Portfolio's Excess Return (Desvio Padrão do Retorno Excessivo da Carteira);

O resultado que será encontrado através do cálculo pode ser definido como o retorno que o investidor irá receber por cada unidade de risco assumida. Simplificando, quanto maior for o resultado do índice de Sharpe, maior será o prêmio por unidade de risco que o investidor

assumiu para obter determinado retorno. Em contrapartida, quanto menor for o índice encontrado, isso leva a uma conclusão de que o risco do investimento é mais elevado, ou seja o investidor assumiu um risco muito alto para uma rentabilidade não tão melhor que a do ativo livre de risco. Podem ocorrer casos em que o índice de Sharpe é negativo, logo isso mostra que se torna melhor investir no ativo livre de risco do que no próprio ativo analisado.

## 4 RESULTADOS

Este capítulo apresenta a análise sobre o tema abordado, com a finalidade de expor os resultados obtidos, onde buscou-se através da análise do índice de Sharpe encontrar o melhor investimento dentre os citados em cada ano e no acumulado de 5 anos.

De acordo com Diehl e Tatim (2004), na pesquisa quantitativa é necessário que os dados coletados sejam organizados para que possam ser posteriormente analisados com a finalidade de obter um resultado.

### 4.1 Índice de Sharpe

Conforme o Capital Now (2020), o índice de Sharpe é um indicador de desempenho criado pelo economista norte-americano William Sharpe na década de 90 e utilizado para analisar a relação entre os riscos e os retornos de um investimento, utilizando investimentos livres de risco e investimentos que oferecem riscos ao investidor como base para o cálculo. O resultado obtido através da fórmula do índice de Sharpe serve como um indicador para ser comparado com outros investimentos que apresentam riscos a fim de definir qual investimento possui o melhor retorno por unidade de risco assumida.

Abaixo é apresentada uma tabela com todos os ativos estudados e seus respectivos Índices de Sharpe em cada ano e acumulado.

Tabela 1 – Índices de Sharpe

<b>ATIVOS</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>5 ANOS</b>
<b>BITCOIN BRL</b>	27,88	- 3,65	3,81	20,32	2,63	242,57
<b>IBOVESPA</b>	4,09	1,31	7,19	0,01	- 3,70	5,92
<b>IMA-B 5+</b>	1,22	2,32	8,07	0,54	- 5,16	9,84
<b>BITCOIN USD</b>	48,48	- 3,75	4,10	13,10	2,53	183,95
<b>DOW JONES</b>	13,19	- 2,01	5,37	0,82	4,83	16,12
<b>NASDAQ-100</b>	16,93	- 1,28	7,27	5,46	5,81	36,41
<b>S&amp;P 500</b>	15,21	- 2,07	7,14	2,05	7,97	23,13

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

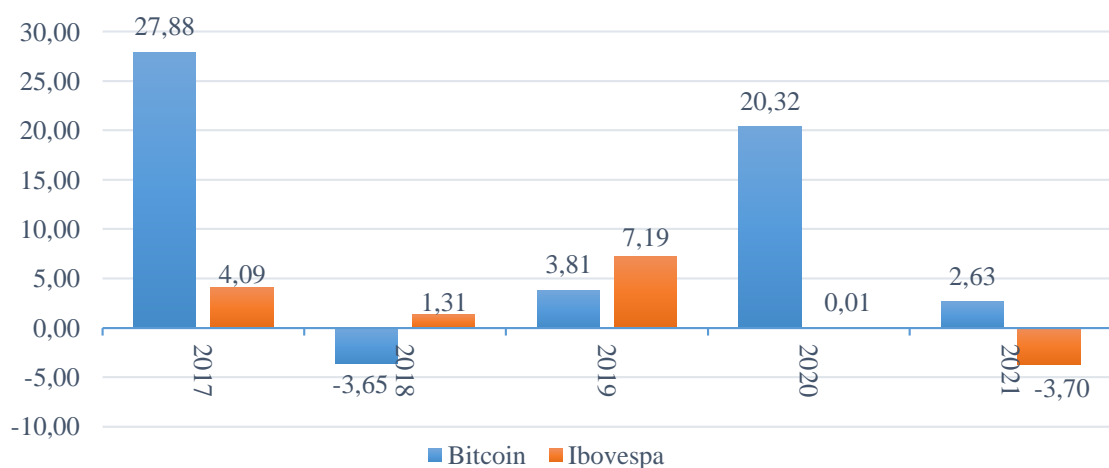
De forma geral, após analisar a seguinte tabela chegamos à conclusão que dentre os anos considerados, o ano de 2017 teve o maior índice de Sharpe, onde o Bitcoin em dólar (USD), possuiu 48,48 de prêmio por unidade de risco assumida. O menor Sharpe dentre todos os ativos e anos avaliados é do ativo IMA-B 5+ no ano de 2021, onde o mesmo teve um desempenho negativo, com um Sharpe de -5,16. Já se considerarmos os retornos acumulados de 5 anos, a melhor relação entre risco e retorno foi do Bitcoin em reais (BRL), o qual possuiu um Sharpe de 242,57. Em contrapartida, o menor índice de Sharpe foi do ativo Ibovespa, que fechou os 5 anos com um Sharpe de 5,92.

Diante disso, as análises foram desmembradas, separando-as pela comparação do Bitcoin em reais (BRL) com ativos brasileiros e do Bitcoin em dólar (USD) com ativos americanos.

#### 4.1.1 Bitcoin (BRL) X Ibovespa 2017 a 2021

Em um primeiro momento, comparamos o Bitcoin com o Ibovespa, ambos ativos com cotações em reais, onde podemos verificar os respectivos índices de Sharpe para cada ano no gráfico a seguir.

Gráfico 2 – Índice de Sharpe Bitcoin (BRL) X Ibovespa.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

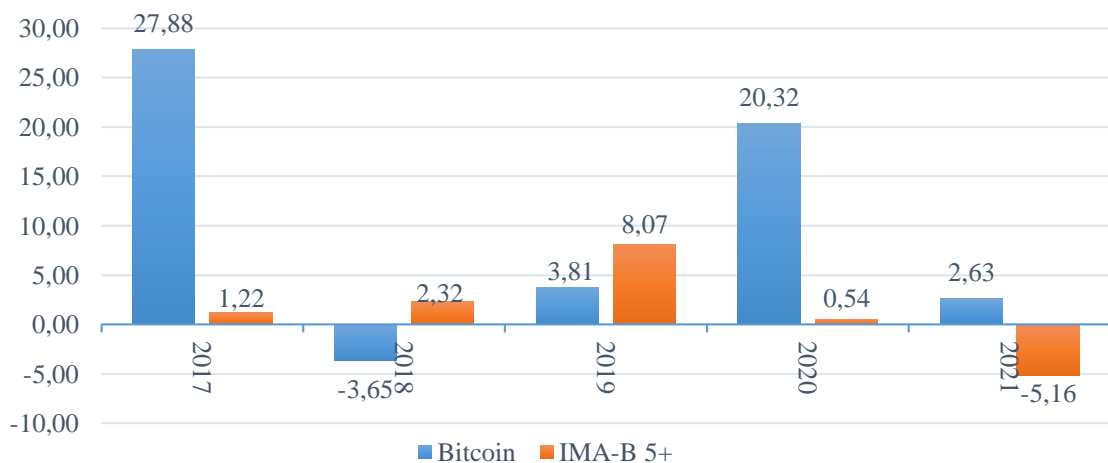
Ao comparar o Bitcoin em reais (BRL) com o Ibovespa nos anos de 2017 até 2021, podemos tirar algumas conclusões, tais como, o maior índice de Sharpe que foi no ano de 2017 (27,88), quase sete vezes maior do que o índice do Ibovespa (4,09). Nos anos de 2018 e 2019,

o Ibovespa superou o Bitcoin, se tornando um ativo mais rentável por cada unidade de risco assumida (1,31 X -3,65 e 7,19 X 3,81). O retorno por unidade de risco assumida do Bitcoin (27,88, 20,32 e 2,63) foi maior do que a do Ibovespa (4,09, 0,01 e -3,70) respectivamente nos anos de 2017, 2020 e 2021. Mostraram-se com índice de Sharpe negativo o Bitcoin no ano de 2018 (-3,65) e o Ibovespa no ano de 2021 (-3,70). Logo, podemos entender que seria melhor investir no ativo livre de risco (SELIC) do que nos respectivos índices e anos.

#### 4.1.2 Bitcoin (BRL) X IMA-B 5+ 2017 a 2021

A segunda análise é feita através do Bitcoin e do índice IMA-B 5+, ambos com suas cotações utilizadas em reais ano por ano, desde 2017 até 2021. Apresentamos no gráfico a seguir o índice de Sharpe desses dois ativos.

Gráfico 3 – Índice de Sharpe Bitcoin (BRL) X IMA-B 5+.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Após analisar o gráfico podemos tirar algumas conclusões, como por exemplo o IMA-B 5+ que foi superior ao Bitcoin pois teve um retorno por unidade de risco assumida maior do que a criptomoeda nos anos de 2018 (2,32 X -3,65) e 2019 (8,07 X 3,81). O índice de Sharpe do Bitcoin, no ano de 2018 (-3,65) e do IMA-B 5+, no ano de 2021 (-5,16), tiveram um resultado negativo, o que mostra que seria mais vantajoso investir no ativo livre de risco (SELIC) do que nos próprios ativos analisados. O maior índice de Sharpe continuou sendo do Bitcoin no ano de 2017, onde chegou a 27,88 de retorno por unidade de risco assumida. O Bitcoin teve um

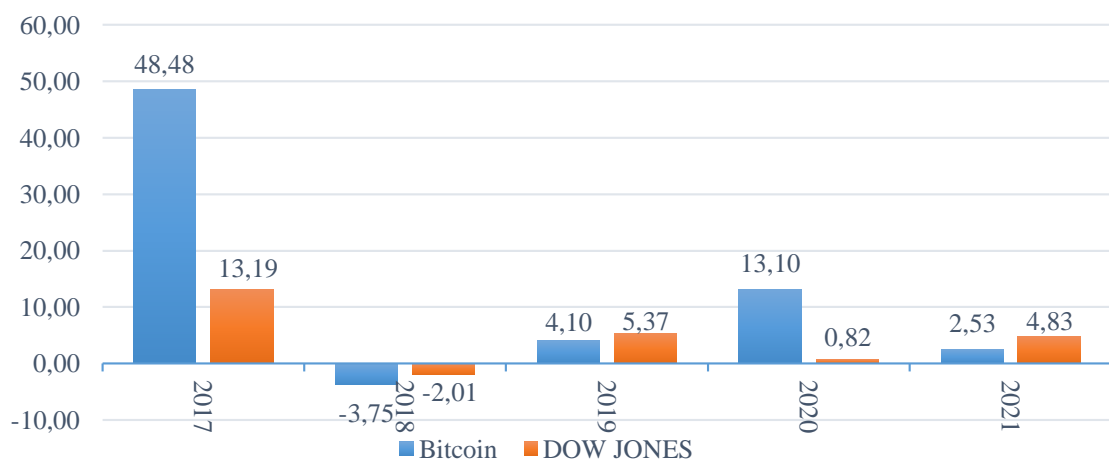


desempenho melhor do que o IMA-B 5+ nos anos de 2017 (27,88 X 1,22), 2020 (20,32 X 0,54) e 2021 (2,63 X -5,16).

#### 4.1.3 Bitcoin (USD) X Dow Jones Industrial Average<sup>®</sup> 2017 a 2021

Esse gráfico do Bitcoin e do índice americano Dow Jones Industrial Average<sup>®</sup> tiveram suas cotações utilizadas em dólar. A análise apresentada contempla os anos de 2017, 2018, 2019, 2020 e 2021, onde mostra no gráfico a seguir o índice de Sharpe correspondente.

Gráfico 4 – Índice de Sharpe Bitcoin (USD) X Dow Jones Industrial Average<sup>®</sup>.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

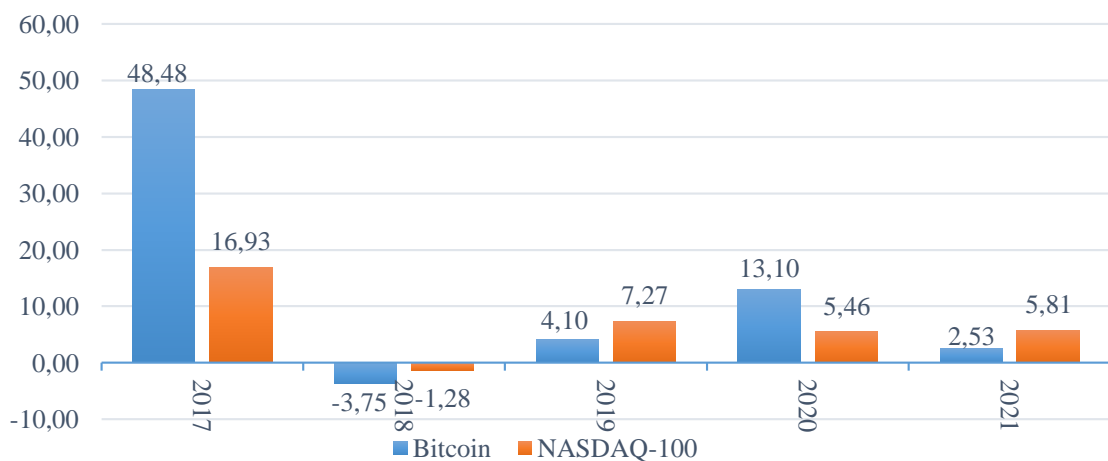
De acordo com a perspectiva do gráfico podemos entender que o maior retorno por unidade de risco assumida dentre os dois ativos citados e nos cinco anos analisados foi o do Bitcoin no ano de 2017, onde o índice de Sharpe foi de 48,48. O Bitcoin teve um retorno maior do que o Dow Jones nos anos de 2017 e 2020. Apenas no ano de 2018 os ativos analisados apresentaram índice de Sharpe negativo, onde o Bitcoin ainda apresentou o pior desempenho (-3,75) em relação ao Dow Jones (-2,01). A partir dessa análise, podemos evidenciar que se tornaria mais vantajoso investir no ativo livre de risco (DGS10) do que no próprio Bitcoin ou Dow Jones. Em três dos cinco anos, o Dow Jones possuiu um índice de Sharpe relativamente melhor do que o Bitcoin, o que mostra que esse ativo manteve uma regularidade maior do que a criptomoeda. No ano de 2018, houve uma proximidade dos índices de Sharpe, onde o Dow Jones teve um Sharpe de -2,01, contra -3,75 do Bitcoin. Já em 2019, essa diferença permaneceu,

porém, foi de forma positiva, com o Dow Jones tendo um Sharpe de 5,37 e o Bitcoin de 4,10. Em 2021, o Sharpe do Dow Jones foi de 4,83 e da criptomoeda de 2,53, novamente tendo um retorno melhor sobre a criptomoeda, levando em consideração o risco que o investidor correu para obtê-lo.

#### 4.1.4 Bitcoin (USD) X Nasdaq-100 2017 a 2021

Essa análise evidência a relação entre a criptomoeda Bitcoin e o Nasdaq-100, ambos em dólar, os quais foram analisados desde o ano de 2017 até o ano de 2021, de forma anual.

Gráfico 5 – Índice de Sharpe Bitcoin (USD) X Nasdaq-100.



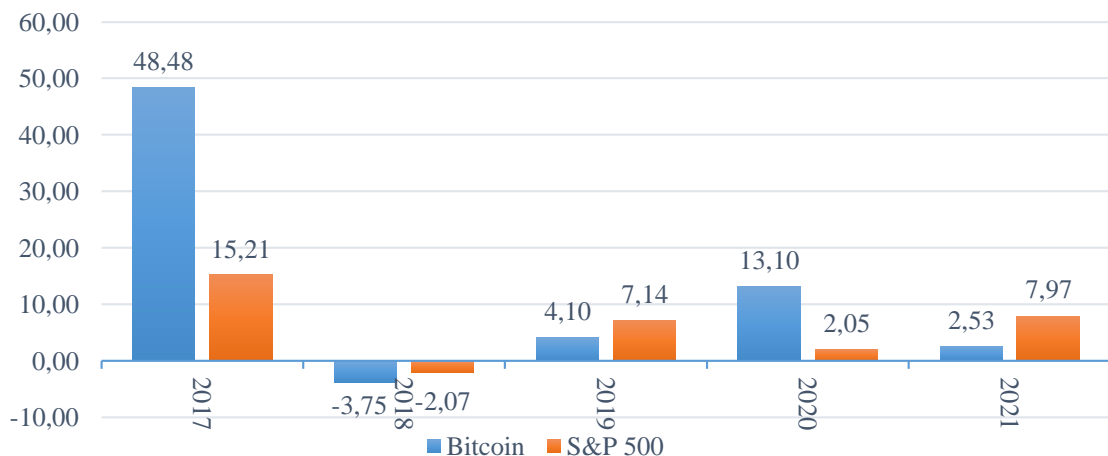
Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Após analisar o gráfico acima podemos retirar algumas conclusões, como por exemplo o índice de Sharpe que novamente mostrou se negativo no ano de 2018 quando analisamos o Bitcoin (-3,75) e o Nasdaq-100 (-1,28), com a criptomoeda tendo um resultado pior do que o outro ativo avaliado. Pós análise da criptomoeda Bitcoin com o Nasdaq-100, este primeiro continuou sendo o ativo com o maior retorno por unidade de risco assumida entre os anos considerados (48,48). Assim como na análise anterior, a criptomoeda Bitcoin teve uma performance pior do que o ativo correlacionado nos anos de 2018 (-3,75 X -1,28), 2019 (4,10 X 7,27) e 2021(2,53 X 5,81). O Bitcoin teve um índice de Sharpe maior do que o Nasdaq-100 nos anos de 2017 e 2020 onde obteve a diferença de 31,55 e 7,64 de retorno por unidade de risco assumida, respectivamente.

#### 4.1.5 Bitcoin (USD) X S&P 500<sup>®</sup> 2017 a 2021

Nesta análise, fizemos a correlação anual dos anos de 2017 até 2021 do índice de Sharpe do Bitcoin com o ativo S&P 500<sup>®</sup>, como mostramos no gráfico a seguir.

Gráfico 6 – Índice de Sharpe Bitcoin (USD) X S&P 500<sup>®</sup>.



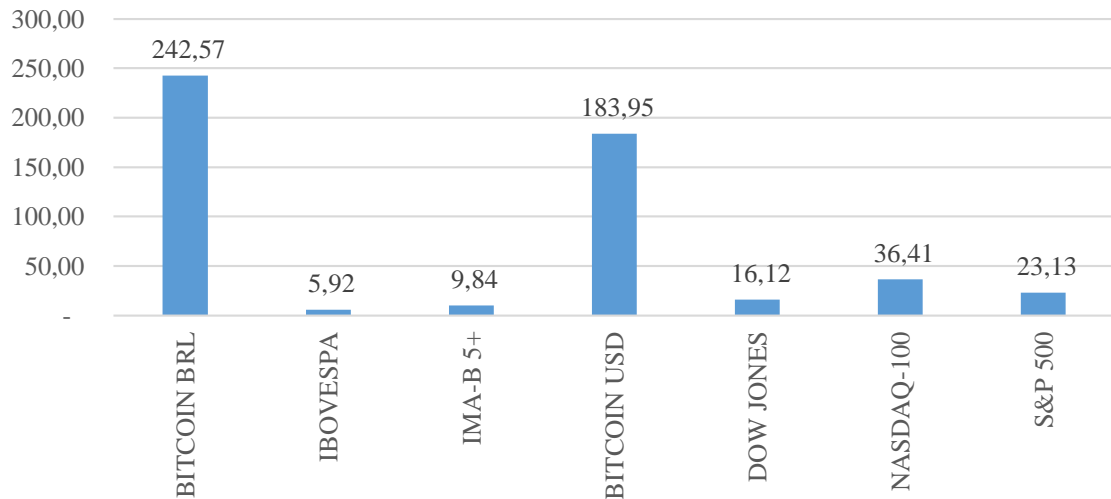
Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

O gráfico comparativo nos leva as percepções de que o Bitcoin, quando comparado com o S&P 500<sup>®</sup> ainda continua com o melhor desempenho se levado em consideração risco e retorno. No ano de 2017, o Bitcoin alcançou seu ápice do índice de Sharpe (48,48). Já no ano de 2018, os dois ativos analisados tiveram um índice de Sharpe negativo (Bitcoin com -3,75 e S&P500<sup>®</sup> com -2,07). O Bitcoin teve um melhor desempenho apenas nos anos 2017 e 2020, onde seu índice de Sharpe foi superior em comparação ao S&P500<sup>®</sup> em retornos por unidades de risco assumidas (33,27 e 11,05). Em contrapartida, o S&P500<sup>®</sup> foi superior à criptomoeda em 2018, 2019 e 2021. Em 2018 o S&P500<sup>®</sup> apresentou um índice de Sharpe de -2,07, enquanto o Bitcoin teve um índice de -3,75. No ano de 2019, o S&P500<sup>®</sup> fechou com Sharpe de 7,14, no entanto o Bitcoin apresentou um Sharpe de 4,10. Por fim, no ano de 2021 o índice americano teve um retorno por unidade de risco assumida de 7,97 e o Bitcoin de 2,53.

#### 4.1.6 Índice de Sharpe acumulado 5 anos (2017 a 2021)

O índice de Sharpe de todo o período procurou mostrar qual investimento teve o melhor retorno acumulado por unidade de risco assumida desde 2017 até 2021, independentemente de ser brasileiro ou americano, assim como mostramos no gráfico a seguir.

Gráfico 7 – Índice de Sharpe acumulado 5 anos.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

No acumulado de 5 anos, há uma grande disparidade entre os ativos analisados, onde o Bitcoin, tanto em reais como em dólares, têm um índice de Sharpe acumulado muito superior ao dos outros investimentos. Nota-se que apesar da grande volatilidade apresentada pela criptomoeda Bitcoin, no longo prazo ela apresenta uma relação risco x retorno muito atrativa. Outro ponto que podemos destacar é que no acumulado de 5 anos, os ativos brasileiros que foram comparados com o Bitcoin (Ibovespa e IMA-B 5+) possuem um índice de Sharpe consideravelmente menor que os ativos americanos (Dow Jones Industrial Average<sup>®</sup>, S&P 500<sup>®</sup> e Nasdaq-100).

#### 4.2 Retorno Acumulado

O retorno pode ser definido como quanto um investimento teve de rentabilidade. Já acumulado podemos explicar como algo que se apresenta em conjunto. Em análise financeira, podemos definir retorno acumulado como quanto um investimento teve de retorno em um determinado período de tempo.

A tabela a seguir mostra os ativos analisados e a sua respectiva rentabilidade acumulada anual nos anos de 2017 até 2021 e o acumulado em 5 anos.

Tabela 2 – Rentabilidades ativos.

<b>ATIVOS</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>5 ANOS</b>
<b>BITCOIN BRL</b>	1292,03%	-69,12%	96,23%	423,10%	71,85%	7481,73%
<b>IBOVESPA</b>	26,84%	15,04%	31,58%	2,93%	-11,92%	74,06%
<b>IMA-B 5+</b>	12,75%	15,41%	30,37%	5,50%	-6,60%	67,16%
<b>BITCOIN USD</b>	1337,81%	-73,22%	94,00%	302,24%	59,63%	4696,74%
<b>DOW JONES</b>	25,07%	-5,62%	22,34%	7,25%	18,72%	83,87%
<b>NASDAQ-100</b>	28,24%	-3,87%	35,21%	43,64%	21,39%	190,65%
<b>S&amp;P 500</b>	19,41%	-6,24%	28,85%	16,26%	26,88%	112,82%

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Após a análise da figura anterior, conclui-se que o Bitcoin USD (dólar), teve o maior rendimento anual entre todos os anos e ativos analisados, com 1.337,81% no ano de 2017. Em contrapartida, no ano de 2018, o Bitcoin USD (dólar) teve a pior performance, tendo um desempenho negativo em torno de -73%. Devemos levar em consideração que apesar do desempenho aquém das expectativas do Bitcoin USD (dólar) nesse ano, se o investimento focar no longo prazo, o acumulado dos 5 anos chegou a um retorno de 4.696,74%. Nesse mesmo ano, apenas dois investimentos tiveram resultados positivos, sendo eles o Ibovespa (15,04%) e o IMA-B 5+ (15,41%). Por outro lado, o Ibovespa e o IMA-B 5+ foram os dois ativos analisados que tiveram prejuízo no ano de 2021, com -11,92% e -6,60%, respectivamente. A maior rentabilidade acumulada nos 5 anos analisados foi a do Bitcoin BRL (reais), onde chegou a mais de 7.400% de retorno acumulado.

#### 4.3 Índice de Sharpe X Rentabilidade ativos

Para analisar a relação entre o ativo que obteve o maior índice de Sharpe em cada ano e verificar se havia alguma relação com o ativo que teve o melhor retorno, apresentamos as tabelas a seguir, onde a primeira mostra qual ativo obteve o melhor índice de Sharpe em cada ano e a segunda mostra qual ativo teve a maior rentabilidade anual de 2017 até 2021.

Tabela 3 – Maior índice de Sharpe por ano

	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>
<b>Ativos BRL</b>	<u>Bitcoin BRL</u>	<u>IMA-B 5+</u>	<u>IMA-B 5+</u>	<u>Bitcoin BRL</u>	<u>Bitcoin BRL</u>
<b>Ativos USD</b>	<u>Bitcoin USD</u>	<u>Nasdaq-100</u>	<u>Nasdaq-100</u>	<u>Bitcoin USD</u>	<u>S&amp;P 500</u>

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Tabela 4 – Maior rentabilidade por ano

	2017	2018	2019	2020	2021
<b>Ativos BRL</b>	<u>Bitcoin BRL</u>	<u>IMA-B 5+</u>	Bitcoin BRL	<u>Bitcoin BRL</u>	<u>Bitcoin BRL</u>
<b>Ativos USD</b>	<u>Bitcoin USD</u>	<u>Nasdaq-100</u>	Bitcoin USD	<u>Bitcoin USD</u>	Bitcoin USD

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Os ativos que foram sublinhados são aqueles cujo índice de Sharpe tiveram destaque (primeira tabela) e a rentabilidade foi correspondida (segunda tabela). Nota-se que apenas nos anos de 2019 (ativos em real e dólar) e no ano de 2021 (ativo em dólar) as relações entre as duas variáveis foram divergentes, sendo que em 2019 o IMA-B 5+ e o Nasdaq-100 foram os ativos que tiveram maior índice de Sharpe, já os ativos que tiveram maior rentabilidade foram o Bitcoin em reais e o Bitcoin em dólares, respectivamente. No ano de 2021, os ativos que tiveram uma contraposição entre as duas análises foram os ativos em dólar, sendo o S&P 500<sup>®</sup> o ativo que teve o maior índice de Sharpe e o Bitcoin o ativo que teve o maior retorno neste mesmo ano.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os objetivos do presente trabalho, os quais eram de apresentar, calcular os retornos e índices de Sharpe e analisar as criptomoedas e índices foram obtidos com êxito após a finalização do mesmo.

Após os resultados do presente trabalho serem ponderados, algumas considerações finais devem ser destacadas.

O Bitcoin, ativo utilizado como base para o presente estudo é uma criptomoeda altamente volátil. Ao ser comparado o seu retorno com os outros ativos analisados, há uma grande disparidade no quesito rentabilidade e oscilação de preços, tanto de forma positiva quanto negativa.

Dentre os ativos analisados, o que esteve mais vezes como o ativo com maior índice de Sharpe anual foi o Bitcoin em reais (BRL), sendo que permaneceu no topo nos anos de 2017, 2020 e 2021. Já se tratando de rentabilidade, o Bitcoin em reais (BRL) e o Bitcoin em dólares (USD) foram os investimentos com melhores retornos anuais em um maior número de vezes, sendo nos anos de 2017, 2019, 2020 e 2021. Se levarmos em consideração o retorno acumulado dos 5 anos (2017 até 2021), o ativo que obteve o maior retorno foi o Bitcoin em reais (BRL), onde o mesmo apresentou um retorno de mais de 7.400%. Após, o índice que obteve o segundo

melhor desempenho foi o Bitcoin em dólares (USD), o qual teve uma rentabilidade de aproximadamente 4.700%. Se esses dois ativos fossem desconsiderados da análise, o investimento americano que teve a maior rentabilidade acumulada foi o índice NASDAQ-100 com 190,65%, e o Ibovespa o ativo brasileiro mais rentável com 74,06% no acumulado de 5 anos.

A partir da análise de que a diversificação de um portfólio de ativos numa carteira de investimentos é uma estratégia fundamental para que o investidor esteja propenso a diminuir seus riscos, a análise do presente trabalho ajuda construir um melhor entendimento para que o investidor tome a melhor decisão no momento de alocar seu patrimônio. Observa-se uma relevância desse trabalho pois a partir do estudo dos ativos, se teve uma noção de como o índice de Sharpe pode ser correlacionado com a maior rentabilidade de um ativo. Contudo, o estudo apresenta análises dos índices de Sharpe exclusivamente dos anos de 2017 até 2021, o que limita uma possível previsão para outros anos, pois incidem rentabilidades e volatilidades diferentes, o que certamente ocasionaria uma alteração no índice de Sharpe.

Posterior as análises, concluiu-se que o ativo com a melhor relação risco x retorno dentre os ativos considerados no acumulado de 5 anos foi o **Bitcoin em reais (BRL)**, sendo que este possuiu um índice de Sharpe acumulado de 242,57 e uma rentabilidade de 7.481,73%. Em uma outra análise, considerando o maior retorno por unidade de risco assumida e o maior retorno em percentual, ambos anuais, o **Bitcoin em dólares (USD)** possuiu o maior Sharpe e a maior rentabilidade, no ano de 2017 com 48,48 e 1337,81%, respectivamente.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANBIMA. **METODOLOGIA IMA**. 2021. Disponível em: [https://www.anbima.com.br/data/files/83/67/80/32/A267D7100EF703D76B2BA2A8/Metodologia\\_IMA\\_out21.pdf](https://www.anbima.com.br/data/files/83/67/80/32/A267D7100EF703D76B2BA2A8/Metodologia_IMA_out21.pdf). Acesso em: 20 mar. 2022.

ANTONOPOULOS, Andreas M. **A internet do dinheiro**. São Paulo. Livro. Em Rede Editora, 2018.

ASSAF NETO, Alexandre. **Mercado Financeiro**. 14. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

B3. **Índice Bovespa (Ibovespa B3)**: carteira do dia - 12/04/22. Carteira do Dia - 12/04/22. Disponível em: [https://www.b3.com.br/pt\\_br/market-data-e-indices/indices/indices-amplos/indice-ibovespa-ibovespa-composicao-da-carreira.htm](https://www.b3.com.br/pt_br/market-data-e-indices/indices/indices-amplos/indice-ibovespa-ibovespa-composicao-da-carreira.htm). Acesso em: 12 abr. 2022.

B3. **METODOLOGIA DO ÍNDICE BOVESPA (IBOVESPA)**. 2020. Disponível em: [http://www.b3.com.br/data/files/9C/15/76/F6/3F6947102255C247AC094EA8/IBOV-Metodologia-pt-br\\_\\_Novo\\_.pdf](http://www.b3.com.br/data/files/9C/15/76/F6/3F6947102255C247AC094EA8/IBOV-Metodologia-pt-br__Novo_.pdf). Acesso em: 05 abr. 2022.

BAIN, Mr Keith; HOWELLS, Peter. **Monetary economics: policy and its theoretical basis**. Macmillan International Higher Education, 2009.

BINANCE ACADEMY. **O que é um Ataque de 51%?** 2018. Disponível em: <https://academy.binance.com/pt/articles/what-is-a-51-percent-attack>. Acesso em: 16 abr. 2022.

BITCOIN MINING. **Guia de Mineração de Bitcoin - Começando com a mineração de Bitcoin**. Disponível em: <https://www.bitcoinmining.com/getting-started/>. Acesso em: 07 maio 2022.

BITCOIN.ORG. **Perguntas Frequentes**. [2022]. Disponível em: [https://bitcoin.org/pt\\_BR/faq#o-que-e-bitcoin](https://bitcoin.org/pt_BR/faq#o-que-e-bitcoin). Acesso em: 30 abr. 2022.

BUCHHOLZ, Martis et al. **Bits and Bets, Information, Price Volatility, and Demand for BitCoin, Economics 312**. 2012. Disponível em: <https://www.reed.edu/economics/parker/s12/312/finalproj/Bitcoin.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2022.

CAPITAL NOW. **Índice de Sharpe: entenda o que é e como funciona**. 2020. Disponível em: <https://capitalresearch.com.br/blog/indice-de-sharpe/>. Acesso em: 28 maio 2022.

CHEAH, Eng-Tuck; FRY, John. **Speculative bubbles in Bitcoin markets? An empirical investigation into the fundamental value of Bitcoin**. Economics Letters, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.econlet.2015.02.029> . Acesso em: 08 abr. 2022.

CHU, Jeffrey et al. **GARCH modelling of cryptocurrencies**. Journal of Risk and Financial Management, v. 10, n. 4, p. 1, 2017

COINMARKETCAP. **Gráfico Bitcoin para USD**. 2022. Disponível em: <https://coinmarketcap.com/currencies/bitcoin/>. Acesso em: 07 maio 2022.

COINMARKETCAP. **Top 100 Criptomoedas por Capitalização de Mercado**. 2022. Disponível em: <https://coinmarketcap.com/pt-br/>. Acesso em: 08 abr. 2022.

DIEHL, Astor Antônio; TATIM, Denise Carvalho. **Pesquisa em ciências sociais aplicadas**. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

EQUIPE DE PESQUISA DO ÍNDICE NASDAQ. **Quando o desempenho é importante: Nasdaq-100 vs. S&P 500, primeiro trimestre de 2021: conclusão**. Conclusão. 2021. Disponível em: <https://www.nasdaq.com/articles/when-performance-matters%3A-nasdaq-100-vs.-sp-500-first-quarter-21>. Acesso em: 13 abr. 2022.

EUROPEAN CENTRAL BANK (ECB). **Virtual Currency Schemes: definition and categorisation**. Definition and categorisation. 2012. P. 13. Disponível em: <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/other/virtualcurrencyschemes201210en.pdf>. Acesso em: 20 out. 2021.



GOLDMAN SACHS. **CRYPTO: A NEW ASSET CLASS?**: step 4: creating new bitcoins. Step 4: Creating New Bitcoins. 2021. Disponível em: <https://www.goldmansachs.com/insights/pages/crypto-a-new-asset-class-f/report.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2022.

KOVACS, Leandro. **O que é uma criptomoeda?** 2021. Disponível em: <https://tecnoblog.net/444343/o-que-e-uma-criptomoeda/>. Acesso em: 23 nov. 2021.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Técnicas de Pesquisa**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2021.

LOPES, Joao do Carmo; ROSSETTI, Jose Paschoal. **Economia monetária**. 9. ed. rev. ampl. e atual. – São Paulo: Atlas, 2005.

NASDAQ. **Quotes For NASDAQ-100 Index**. Disponível em: <https://www.nasdaq.com/market-activity/quotes/nasdaq-ndx-index>. Acesso em: 27 abr. 2022.

REILLY, Frank; BROWN, Keith C. **Investment analysis and portfolio management**. 7. ed. Ohio: Thomson Learning, 2003.

S&P DOW JONES INDICES. **Metodologia dos Índices S&P E.U.A.** Disponível em: <https://www.itnow.com.br/content/dam/itnow/documentos-pdf/sp500/metodologia-do-indice-SP500.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2022.

S&P GLOBAL. **Dow Jones Industrial Average**. 2022. Disponível em: [https://www.spglobal.com/spdji/pt/idsenhancedfactsheet/file.pdf?calcFrequency=M&force\\_download=true&hostIdentifier=48190c8c-42c4-46af-8d1a-0cd5db894797&languageId=182&indexId=1720081](https://www.spglobal.com/spdji/pt/idsenhancedfactsheet/file.pdf?calcFrequency=M&force_download=true&hostIdentifier=48190c8c-42c4-46af-8d1a-0cd5db894797&languageId=182&indexId=1720081). Acesso em: 03 abr. 2022.

S&P GLOBAL. **Dow Jones Industrial Average®**. 2022. Disponível em: <https://www.spglobal.com/spdji/pt/indices/equity/dow-jones-industrial-average/#data>. Acesso em: 30 abr. 2022.

S&P GLOBAL. **S&P U.S. Indices Metodologia**. 2022. Disponível em: <https://www.spglobal.com/spdji/pt/documents/methodologies/methodology-sp-us-indices-portuguese.pdf>. Acesso em: 03 abr. 2022.

SWAN, Melanie. **Blockchain Blueprint for a New Economy**. Sebastopol: O'reilly Media, Inc, 2015.

ULRICH, Fernando. **Bitcoin A moeda na era digital**. São Paulo: Instituto Ludwig von Mises Brasil (Imb), 2014.

YERMACK, David. **Is Bitcoin a Real Currency? An economic appraisal**. 2013. Disponível em: <http://www.nber.org/papers/w19747>. Acesso em: 30 mar. 2022.