



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA

BACHARELADO EM CIÊNCIAS ECONOMICAS

CÍCERO EMANUEL TEOTÔNIO

**Bitcoin como hedge e diversificador: efeitos no mercado de ações do
Brasil**

SERRA TALHADA-PE,

2019

CÍCERO EMANUEL TEOTÔNIO

**Bitcoin como hedge e diversificador: efeitos no mercado de ações do
Brasil**

Monografia apresentado como requisito básico para a
apresentação do TCC do curso de Bacharelado em Ciências
Econômicas da Unidade Acadêmica de Serra Talhada,
Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Orientadora: Prof^ª. Dra Loraine Meneses dos Santos

Coorientador: Prof. Dr Felipe Alves Reis

SERRA TALHADA-PE,

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca da UAST, Serra Talhada - PE, Brasil.

T314b Teotônio, Cícero Emanuel

Bitcoin como hedge e diversificador: efeitos no mercado de ações do Brasil / Cícero Emanuel Teotônio. – Serra Talhada, 2019.
49 f.: il.

Orientador: Felipe Alves Reis

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Bacharelado em Ciências Econômicas) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Unidade Acadêmica de Serra Talhada, 2019.

Inclui referências e apêndices.

1. Bitcoin. 2. Ibovespa. 3. Mercado financeiro. I. Reis, Felipe Alves, orient. II. Título.

CDD 330

CÍCERO EMANUEL TEOTÔNIO

Bitcoin como hedge e diversificador: efeitos no mercado de ações do Brasil

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Ciências Econômicas da Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Universidade Federal Rural de Pernambuco, pela seguinte banca examinadora:

Prof. Dr Felipe Alves Reis
Unidade Acadêmica de Serra Talhada – UFRPE
Coorientador

Prof^a. Priscila Michelle Rodrigues Freitas
Unidade Acadêmica de Serra Talhada – UFRPE
Examinadora Interna

Prof. Leonardo Mendes de Lima Júnior
Unidade Acadêmica de Serra Talhada – UFRPE
Examinador Interno

Serra Talhada-PE,
07 de fevereiro de 2019

DEDICATÓRIA

A Deus, que iluminou o meu caminho, deu força e coragem durante toda esta longa caminhada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades. Aos meus pais Edileuza Maria Teotônio e Leobino Teotônio Neto, pelo incentivo, amor, por ter me proporcionado tudo isso que vivenciei nesses últimos anos. A presença de vocês significou segurança e certeza de que não estou sozinho nessa caminhada.

A esta universidade e seu corpo docente, em especial do curso de ciências econômicas. A minha orientadora prof^a Loraine Meneses, pelo suporte no pouco tempo que lhe coube, pelas suas correções e incentivos. Aos examinadores dessa banca, os professores Leonard Mendes, Priscila Freitas e Felipe Reis pelas valiosas contribuições. Em especial ao prof. Felipe Reis, que, mesmo diante de tantos compromissos, me ajudou durante a execução deste trabalho.

Agradeço também a minha noiva Bruna, que é o amor da minha vida, que de todas as formas sempre me dar força, coragem, motivação e amor incondicional, muito obrigado por me aguentar e apoiar nos meus dias de dificuldade e estresse. A minha irmã Emanuela, pessoal que vivo pegando no pé, brigando e brincando, e que amo muito.

Muito obrigado aos amigos que fiz na faculdade, que vou levar por resto de minha vida, sempre vou lembrar as alegrias e dificuldades que passamos juntos, e que de certa forma me ajudaram para a realização desse trabalho, a Carlos Rudolf, Paulo Ribeiro, Serafim, Raphaella Gonçalves, Rosana, Clédia, Maria Aparecida, Sabrina e o grande o Andson Silva, companheiro de as cadeiras, que fiz muita raiva pedindo ajuda. Todos são pessoas que gosto muito e com quem passei grandes momentos da minha vida, amizades que quero manter por resto de minha.

A todos, meu MUITO OBRIGADO.

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo analisar se o *Bitcoin* pode ser usado como *hedge* ou diversificador contra o índice Ibovespa, mercado de ações brasileiro. Essa análise possibilita aos investidores que utiliza destes dois investimentos uma melhor posição na formação de uma estratégia. Para isso, é utilizado o modelo de série temporal GARCH (1,1), que possibilita averiguar a relação de ativos. O modelo foi executado para dados com o retorno diários, semanais e mensais do índice Ibovespa com o preço do *Bitcoin*. Para saber o comportamento diante de três frequências diferentes. Os resultados indicam que o *Bitcoin* pode ser usado como *hedge* efetivo ou um diversificado forte para esse índice, depender da frequência. As amostras diárias indicam um *hedge* forte, os semanais, um diversificador eficiente, contudo, os mensais não foram significativos, indicando que nessa frequência ele apenas funciona como *hedge* fraco.

Palavras-chave: *bitcoin*; Ibovespa; *hedge*; GARCH.

ABSTRACT

This work aims to analyze whether Bitcoin can be used as a hedge or diversifier against the Ibovespa index, the Brazilian stock market. This analysis allows investors who use the investments a better position in forming a strategy. For this, the time series model GARCH (1,1) is used, which allows an asset relation. The model was released for data with the return. The results indicate that Bitcoin is an effective and a diversified hedge for this index, which is frequency dependent. As the weekly series adjust, the weekly ones, an efficient diversifier, however, the monthly ones were not meant, and they are always shown as weak hedge.

Keywords: Diversify; Bitcoin; hedge; GARCH.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mecanismo de funcionamento das transações.....	23
Figura 2: Bloco de tempo na corrente principal.	24
Figura 3: Relação entre estabelecimentos que aceitam Bitcoins e a área geográfica.	27
Figura 4: Retorno diário, semanal e mensal dos dois ativos em estudo de junho de 2013 a dezembro de 2018.	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Teste de Raiz Unitário ADF e PP.....	40
Tabela 2: Matriz de Correlação	40
Tabela 3: Estatísticas resumidas para dados diários, semanais e mensais.	41
Tabela 4: GARCH (1,1) Resulta dos retornos diários.	42
Tabela 5: GARCH (1,1) Resulta dos retornos semanais.....	42
Tabela 6: GARCH (1,1) Resulta dos retornos mensais.....	43

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1 Volatilidade e Correlação.....	16
2.2 Hedge.....	18
2.3 Teoria do Portfólio	19
3 Moedas Virtuais	22
3.1 Criptomoeda	22
3.2 Bitcoin.....	26
3.3 Mercado de ações <i>versus</i> Mercado de <i>Bitcoin</i>	27
3.4 Evidências empíricas do uso do bitcoin como investimento	29
4 METODOLOGIA	33
4.1 Índice Ibovespa	34
4.2 Procedimentos Econométricos	34
4.3 Modelo GARCH	37
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	45
REFERÊNCIAS	47

1 INTRODUÇÃO

A bolsa de valores brasileira Ibovespa, é um mercado de ações que vem em constante evolução nos últimos anos, se mostrando bastante promissor para quem trabalhe nele. Segundo Goeking (2018) um levantamento feito pelo governo do Brasil, demonstrou que o Ibovespa foi a bolsa de valores que mais cresceu em todo mundo no primeiro trimestre de 2018, registrando uma alta de 8,65%. Alvarenga (2018) relata que em agosto de 2018 os dados da B3¹, mostraram número recordes de investidores, um total de 730 mil agentes ativos, um crescimento de 18% comparado com o ano de 2017 e com uma boa expectativa ainda melhor para 2019.

Sobre as características dos investidores desse mercado, são homens da região sudeste, com idade entre 26 e 45 anos, atraídos por aplicações que podem proporcionar um ganho maior em comparação com outros tipos de investimentos nacionais, (ALVARENGA, 2018). Pessoas em busca de retornos acima da poupança e do tesouro direto, por exemplo, tolera certo nível de ameaça, a fim de ganhos maiores. Nesse ambiente de ameaças, perigos financeiros, os agentes que escolhem aplicar seu dinheiro nessa área, procuram meios de se proteger das possíveis perdas, e obter resultados positivos das aplicações. Uns dos pontos principais para a diminuição dos riscos de um investidor é o entendimento da volatilidade dos ativos, que significa as alterações ocorridas nos preços das ações, em razão de fatores relacionados ao desempenho das empresas emitentes, e da economia como um todo (ALEXANDER, 2005).

Utilizando a volatilidade, um agente pode traçar um plano de investimentos, e saber quando, como e em quais ativos investirem. Cada estratégia em relação aos riscos irá depender do perfil do investidor. Damasceno et al. (2015) verifica que um investidor comum tem aversão ao risco, isso variando de acordo com as características de cada agente. Uma opção bastante utilizada pelos investidores avessos ao risco, que utiliza bastante a volatilidade, é a teoria do portfólio, proposta por Markowitz. O portfólio em geral, vai ser um conjunto de investimentos, onde seu valor será determinado pela quantia aplicada em cada ativo financeiro, alguns desses ativos exerceram uma função de diversificador e outros de *hedge*, isso a depender da estratégia adotada.

O *Hedge* é uma estratégia usada para proteger um investimento. No mercado financeiro, nos períodos de grandes incertezas, pode proporcionar aos investidores uma

¹ B3 (Brasil, Bolsa, Balcão) é a bolsa de valores oficial do Brasil, sediada na cidade de São Paulo, formada pela junção da BM&FBOVESPA com a empresa Cetip (TREVIZAN, 2018).

proteção contra altos riscos de mercado, pois, com as variações constantes das ações, as chances de perdas crescem. Um ativo *hedge* é algo que apresenta uma correlação negativa com outro ativo ou portfólio na média, já um diversificador, que também faz parte de um portfólio, exibirá uma correlação positiva com outro ativo, um aumento de preço de um ativo eleva o preço do outro (BAUR; LUCEY, 2010).

Esse trabalho vai tratar especificamente desse assunto, a minimização dos riscos, voltado para o mercado de ações brasileiro, utilizando o *Bitcoin*. Já existe hoje, no Brasil, o uso de *Bitcoin* na diversificação de investimento, um bom exemplo é a BPL, gestora de fundos, que em novembro de 2018, lançou o primeiro fundo, voltado para o varejo, com uma estratégia de investir em títulos e criptomoedas (CRYPTOMONEY, 2018). As moedas virtuais já fazem parte do sistema financeiro nacional, e sua utilização como investimento vem aumentando por todo o mundo, porém, na literatura nacional existem poucos trabalhos sobre o tema. Dificultando o entendimento do seu papel na economia brasileira.

O Brasil é o quarto maior mercado de *Bitcoins* do mundo, de acordo com Webitcoin (2017), tendo possibilidades de expansão, caso ocorra uma regulamentação, fato que vem sendo estudado pelo poder legislativo brasileiro há alguns anos. Isso mostra importância de pesquisas para analisar o quanto o *Bitcoin* pode ser útil para os acionistas que atuam no mercado de ações do Brasil.

Estudos sobre esse tema que já foram realizados pelo mundo, como por exemplo, os de Dyhrberg (2016a) e Hong et al. (2018)) que mostram que o *Bitcoin* pode exercer a função de *hedge* para retornos mensais contra ações do Índice Financial Times Stock Exchang (FTSE100), para o dólar-euro, dólar-libra esterlina, o Euro-Index, o Shanghai A-share, o S&P500, o Nikkei e o TSX Index. Já os estudos de Bouri et al. (2017), constatou que retornos semanais de *Bitcoin*, podem servir como *hedge* para os índices de ações japonesas e do pacífico asiático, mas não tem o mesmo efeito para retornos diários.

Com base no que foi citado, surge uma questão, o *Bitcoin* teria alguma utilidade para os acionistas do Ibovespa? Procurando responder essa pergunta, o objetivo principal desse trabalho é verificar a volatilidade do *Bitcoin*, e se ele pode ser usado como *hedge* ou um diversificador de carteira no mercado de ações do Brasil. Baseando-se em duas hipóteses: primeiro, *Bitcoin* pode exercer a função de proteger ou diversificar contra ativos brasileiros; segundo, caso ocorra a capacidades de cobertura ou diversificação do *Bitcoin*, constatar se há diferença sob diferentes frequências de

dados. Nenhum estudo, até onde se sabe, observou o comportamento do *Bitcoin* nessa área do mercado brasileiro, preenchendo uma lacuna na literatura nacional sobre esse novo ativo. Os resultados obtidos fornecerão dados para os agentes que já investem e os que pretendem investir em *Bitcoins* e na Ibovespa, possibilitando a eles traçar estratégias de investimentos que melhor se encaixe com o seu perfil.

Para a realização deste estudo, utilizamos o modelo GARCH (1,1) para observar que tipo de correlação o índice Ibovespa e o *Bitcoin* têm, usando três tipos de frequências, diárias, semanais e mensais, e identificar qual o melhor período para usar o *Bitcoin* como *hedge*.

Esse trabalho está dividido em seis tópicos incluindo essa introdução como o primeiro. No segundo, é feita uma análise teórica sobre os conceitos utilizados na prevenção de riscos de um investimento. No terceiro, é esboçado um resumo do funcionamento das moedas virtuais, as propriedades e desenvolvimento do *Bitcoin* pelo mundo, sua função de investimento e a comparação do seu sistema com o mercado de ações brasileiro. No quarto, é apresentada a metodologia, com as bases de dados e os modelos que foram utilizados. Em seguida, no quinto tópico, é realizada uma discussão com os resultados, mostrando dados do *Bitcoin* com o Ibovespa e suas correlações em todas as frequências. Por fim, é apresentado as conclusões e sugestões de trabalhos futuros.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Para um bom entendimento da pesquisa, a revisão da literatura está dividida em três tópicos: Volatilidade e Correlação, *Hedge* e Teoria do Portfólio, que estão explicando a base que todo acionista deve ter para analisar um ativo financeiro e formar um conjunto de investimentos eficiente. Entender alguns mecanismos do sistema financeiro é crucial para estabelecer uma relação entre o mercado de *Bitcoin* e o Ibovespa.

2.1 Volatilidade e Correlação

Os preços dos ativos financeiros são valores expostos e claros que todos têm acesso. Seus valores tanto podem ser observados no presente quanto no passado, não são fixados e variam de acordo com mudanças na economia, vindas de diversos fatores, como aqueles ligados às empresas emitentes de ações, políticas, conflitos entre nações e ciclos econômicos (ALEXANDER, 2005). Por não terem um preço fixado e estarem livres para receberem as leis de mercado, os valores futuros tonam-se impossíveis de serem determinados com exatidão. Esse fato é explicado pelas variações dos preços ao longo de um determinado período de tempo, à medida que o prazo de previsão aumenta, as variações dos retornos se tornam mais dispersas, gerando uma diminuição na precisão de estabelecer seu preço com exatidão (ALEXANDER, 2005).

As variações dos preços dos ativos representam a sua volatilidade, que são estimadas pelo seu histórico de preços. Assim, quanto maior a variação, mais volátil ele é. No mercado financeiro, a volatilidade é um dos meios que os agentes usam para formar estratégias e encontrar correlações entre os ativos a serem investidos (ALEXANDER, 2005). Um bom entendimento da volatilidade é essencial para obter sucesso no mercado de ações, pois, em um investimento com tantos fatores de risco, antecipar os movimentos de preço e encontrar meios de proteger suas aplicações, aumenta as chances de evitar perdas.

Como mencionado à correlação dos ativos é encontrada observando a sua volatilidade. É uma medida dos movimentos conjuntos entre duas séries de retornos, cuja interação entre elas podem ocorrer de três maneiras distintas: correlação positiva,

negativa e nula. Na primeira, uma forte correlação positiva, indica que movimentos crescentes de uma série serão seguidos por movimentos crescentes da outra, caso uma baixe a outra seguirá a mesma trajetória, esse movimento é conhecido como função diversificador. Na segunda, uma forte correlação negativa, um aumento em uma das séries levará a um movimento decrescente da outra, já uma baixa, levará uma elevação na outra, conhecido como função *hedge*, por fim, no caso no qual a correlação seja nula, os movimentos entre as séries serão independentes.

Alexander (2005) explica que correlação é uma forma padronizada de covariância. Em duas variáveis aleatórias X e Y, a correlação é a covariância dividida pelo resultado do desvio padrão das variáveis:

$$Corr(X, Y) = \frac{cov(X, Y)}{\sqrt{[V(X)V(Y)]}} \quad (1)$$

Usando a notação de parâmetro em vez da notação de operador:

$$\rho_{xy} = \sigma_{xy} / \sigma_x \sigma_y. \quad (2)$$

As equações irão demonstrar que a normatização da covariância vai gerar um número entre -1 e +1. Relações altamente positivas mostram retornos fortemente associados, movendo no mesmo sentido. Uma relação altamente negativa, o movimento é de forma contrária, quando um estiver em alta à outra estar em baixa. O valor zero indica nenhuma correlação, porém mesmo duas séries tendo correlação zero, ainda pode haver um tipo de correlação entre elas vindas de fatores não previsíveis.

Com isso, um investimento de risco pode ser diversificado usando outra opção de investimento, desde que tenham algum tipo de correlação. O tamanho de proteção que um ativo pode oferecer dependerá do grau de interação entre as duas opções. Na escolha dos ativos, deve-se sempre evitar os riscos não diversificáveis, pois eles são os únicos riscos que não podem ser reduzidos por meio de diversificação ou *hedge*. Mudança na volatilidade que não possa ser prevista e nem protegida, leva a vários participantes do mercado a ter opiniões diferentes sobre os preços, levando a um aumento no *spread*² (ALEXANDER, 2005).

Resumindo, a volatilidade e a correlação são fundamentais para determinar os investimentos de um agente do mercado financeiro, sendo o principal fator para a elaboração de um bom portfólio. Assim, segundo Alexander (2005), ao analisar a volatilidade e a correlação dos ativos na tomada de decisões na escolha de ativos para formação de um portfólio, os agentes precisam prever a volatilidade dos preços durante toda a vida da opção, fazer a supervisão de risco de suas posições, baseadas em um

²É a diferença entre o preço de compra e venda de um mesmo ativo (FERREIRA, 2017).

hedge ótimo, ou seja, precisam das previsões da volatilidade e da correlação, principalmente no curto prazo, levar em conta que a volatilidade e a correlação implícita são primordiais para se computar as razões de *hedge* adequadas as suas posições, considerar que as previsões estatísticas da volatilidade e da correlação de todos os possíveis fatores de risco dos mercados são indispensáveis para eliminar as posições e para calcular a exigência total de capital de risco de mercado da empresa e, por fim, validar os modelos de precificação e de *hedge*, utilizados pelas mesas de operação, visto que as funções de administração de risco e controle do departamento de risco requisitam avaliações individuais de todas as volatilidades e correlações implícitas e estatísticas.

2.2 Hedge

Até esse ponto do trabalho já temos uma ideia do que é um ativo com função de *Hedge* e como ele é utilizado na formação de um portfólio. Nesse tópico demonstramos com mais detalhes sua utilização. De acordo com Carmona et al. (2014), a principal função de um *hedge* é a proteção contra oscilações inesperadas no mercado financeiro, com o objetivo principal em reduzir o risco de perdas. Gomes (1987) destaca que o uso de *hedge*, além de afastar os riscos, pode também, reduzir os retornos positivos. Como a função consiste em modificação oposta nos mercados, na intenção de se obter uma proteção contra prejuízos vindos das flutuações dos preços, adotando essa estratégia, o agente investidor está arriscando perder um ganho maior por mais segurança nos retornos. Carmona et al. (2014) menciona no seu trabalho que hoje a maioria dos investidores usa como *hedge* instrumentos financeiros, tais como: os derivativos cambiais, preços de *commodities*, de juros e o mercado de ações.

Não se tem uma ideia da quantidade de ativos que podem ser usados como *hedge* no mercado financeiro brasileiro. Contudo, Silva et al. (2013) descreve que as estratégias de *hedge* podem existir sobre diversos derivativos, como, contrato a termo, contratos futuros e opções. É importante saber quais derivativos usar e a hora certa de aplicar a estratégia.

De acordo com Carmona et al. (2014) é importante observar que, ao evitar a perda, o *hedge* também pode anular a possibilidade de ganho, a depender da escolha do investidor, poderá além de eliminar os riscos, acabar com seus retornos, caso o investidor escolha um *hedge* perfeitamente correlacionado. A maioria dos investidores não procura ativos com uma função de cem por cento de proteção, ou em torno disso,

esse posicionamento levaria a uma perda no custo de oportunidade, vindo de movimentos favoráveis do preço do ativo protegido (SILVA, 2012).

Silva Neto (2000) explica que para encontrar um ativo que exerça função *hedge*, é necessário um estudo histórico da variação do seu preço. Um *hedge* perfeitamente estruturado elimina possibilidade de perdas ou ganhos, não sendo desejado para um investidor esse tipo de acontecimento em certo momento do mercado econômico. Por isso, o uso da econometria é fundamental no estudo das variâncias de preços dos ativos financeiros para identificar *hedges* com boa cobertura, para que em momentos estratégicos, os agentes possam utilizar desse meio para se proteger das oscilações da economia ou gerar grandes lucros.

Pelo o que foi discutido sobre *hedges*, podemos complementar que eles podem ser encontrados em qualquer mercado. Basta apenas existir uma correlação negativa entre os ativos. Isso indica um possível o motivo da utilização do *Bitcoin* no mercado brasileiro em fundos de investimento, e sua correlação com outros mercados de ações.

Bouri et al. (2017) fala que o *Bitcoin* está relacionado negativamente com alguns mercados e positivamente com outros, provocando uma cobertura sobre eles. Como o caso dos índices de ações do Japão e da Ásia-Pacífico negativamente relacionados em frequências diárias, mas, as correlações desaparecem para frequências semanais. Então, dependendo da frequência e do mercado, as moedas virtuais podem ser usadas como *hedge* ou diversificador.

2.3 Teoria do Portfólio

A escolha dos melhores ativos para se investir é a grande dúvida de todos os investidores, os comportamentos do mercado de ações são aleatórios, dessa maneira, como determinar quais investimentos irá dar um retorno positivo com o mínimo de risco possível? Markowitz (1952), em *Portfolio Selection*, um artigo que trouxe na época uma nova visão para o conceito de investimento e risco, propôs uma nova maneira de investimento que mostrou ser bastante eficaz, que é utilizada por investidores de todo mundo até os tempos atuais. Basicamente, ele demonstrou que os investidores podem aumentar seu retorno de investimento sem aumentar seu risco, utilizando o princípio das diversificações de investimentos. A diversificação funcionaria como uma proteção de mercados que entrariam em baixas, por motivos não previstos, com já explicado antes.

De acordo com Sharpe et al. (1995 apud Almonacid, 2010), Markowitz se baseou em algumas premissas importantes para a elaboração da sua teoria. Para ele, os investidores classificam as carteiras com base nos retornos e nos desvios padrões dos retornos em um certo período de tempo; a escolha das carteiras é sempre a de menor risco comparando com carteiras de mesmo retorno, e os investidores são racionais conhecendo tudo sobre os ativos. As suas premissas deixaram claro que a decisão do investidor na escolha de ativos para a formação de um portfólio, vai estar no fator risco e retorno.

Ao observar o desempenho individual dos ativos e eles em conjuntos, Markowitz chegou à conclusão que a melhor opção é a formação de uma carteira diversificada, levando em consideração a correlação dos ativos. Um conjunto bem elaborado possibilitaria menores chances de perda. Então, para obter um melhor resultado, o risco deve ser avaliado individualmente e pela correlação do conjunto de ativos da carteira, para assim, saber de fato qual o verdadeiro fator de risco do investimento.

A ideia principal da teoria é a elaboração de um portfólio eficiente, partindo do pressuposto que os investidores são avessos aos riscos. Havendo dois investimentos com retornos iguais, mas com riscos diferentes, os agentes econômicos vão preferir o de menor risco. Assim, de acordo Markowitz, apud Junior e Payés (2016), a fórmula do retorno da carteira utilizada iria ficar da seguinte maneira:

$$\bar{R}_p = \sum_{i=1}^N (X_i \bar{R}_i) \quad (3)$$

O $\bar{R}_p$ é retorno da carteira, X_i é o percentual investido em cada ativo e $\bar{R}_i$ é o retorno esperado de cada ativo. Já para avaliar a variância do risco de uma carteira, Markowitz estabeleceu a fórmula:

$$\sigma_p^2 = \sum_{j=1}^N (X_j^2 \sigma_j^2) + \sum_{j=1}^N \sum_{k=1, k \neq j}^N (X_j X_k \sigma_{jk}) \quad (4)$$

O σ_p^2 é a variância da carteira, X_j^2 é o quadrado do percentual investido no ativo j , σ_j^2 é a variância do ativo j , X_j e X_k são os percentuais investidos nos ativos j e k , respectivamente, e o σ_{jk} é a covariância entre o ativo j e k .

Após análises da variância dos riscos, a teoria do portfólio prova que, um conjunto de ativos vai ter um risco menor ao ser comparado aos ativos individualmente, isso, desde que eles possuam retornos com variâncias nos sentidos contrários. Segundo Markowitz, a correlação vai variar entre +1, aonde os retornos dos ativos irão se mover na mesma direção e -1, onde se movimentam em direção opostas. Caso o valor seja zero, os ativos não têm nenhuma relação. Para Markowitz, quando a correlação dos ativos é negativa, os riscos de perdas são menores.

Usando como base a teoria citada acima, sabendo que o *Bitcoin* é bastante volátil, e isso, está associado à alta imprevisibilidade, um investidor avesso ao risco, analisando ele individualmente, não o escolheria para fazer parte de uma carteira de investimentos. Porém, Markowitz provou em seu trabalho, que um ativo pode se tornar interessante ao se associar com outros em uma carteira. Caso o *Bitcoin* possua correlações com outros ativos, tornar-se-ia interessante investir nele e adicioná-lo a um portfólio. Apesar de os agentes temerem os riscos, eles também são atraídos por altos retornos, coisa que o *Bitcoin* vem proporcionando. Outro ponto é que, a relação risco-retorno do *Bitcoin* não é encontrada no mercado com o mesmo nível de retorno com riscos menores, fazendo-lhe atuar sozinho nesse grau de risco.

3 Moedas Virtuais

Este capítulo mostra o funcionamento das moedas digitais e o uso delas como investimento, é dividido em quatro subtítulos, Criptomoedas, *Bitcoin*, Mercado de Ações versus Mercado de *Bitcoins* e Uso de *Bitcoin* como Investimento, procura estabelecer sua trajetória, de sua criação até seu funcionamento no mercado econômico.

3.1 Criptomoeda

Criptomoedas são moedas digitalizadas, utilizadas em transações virtuais, sem a utilização de meios físicos. Não é uma tecnologia recente, é algo que já vem sendo desenvolvida há anos, desde que o tema surgiu em 1992. Porém, só no ano de 2008, após a publicação dos estudos de Satoshi Nakamoto e a popularidade do *Bitcoin*, que o tema voltou a ter relevância.

A base do sistema está na criptografia³, segundo Nakamoto (2008), como cada moeda é representada por um código, com o intuito de impossibilitar a existência de duas moedas iguais e de que outra pessoa crie novas moedas além do programado, o próximo passo foi à elaboração de um sistema que possibilitasse transacionar a moeda de maneira segura. No sistema tradicional, utiliza-se de uma terceira pessoa, um banco ou instituição financeira, para verificar se uma transação é válida ou não. Eles vão observar se no ato da transferência monetária, os agentes econômicos possuem fundos suficientes para realizar a transferências, e, assim, darão segurança às pessoas que utilizam do sistema.

Na Figura 1, está representado o sistema de transação da criptomoeda. Observar-se que a formação de corrente de transações é algo bem diferente do sistema tradicional. Almeida (2016) explica que todas as transações são públicas, qualquer pessoa pode ver, ao transferir uma moeda. O dono da moeda assina digitalmente um *hash*⁴ de dados da transação anterior com a chave pública⁵ do próximo dono,

³ Textos codificados, onde só as pessoas que possui uma chave são capazes de ver e entender o conteúdo, as que não possuem o conteúdo torna-se ilegível (ROMAGNOLO, 2017).

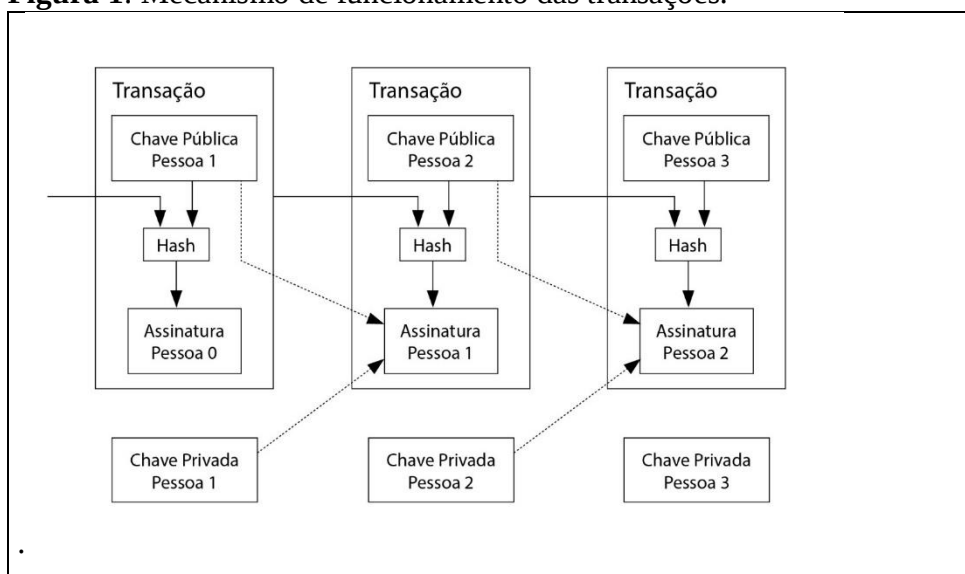
⁴ É uma função considerada praticamente impossível de inverter, isto é, de recriar o valor de entrada utilizando somente o valor de dispersão (PISA, 2012).

⁵ É algo de livre divulgação, funciona como o número de uma conta (ALMEIDA 2016).

adicionando esses dados ao fim da assinatura digital da moeda. A pessoa que recebe a moeda estará com sua posse através de uma chave privada⁶, que só ele tem acesso. Com essa, ele poderá enviar a moeda que está sob seu controle para outra pessoa.

Ainda de acordo com Nakamoto (2008), a corrente das transações de criptomoeda vai formar uma cadeia de assinatura digital, e qualquer pessoa poderá ver, não havendo necessidade de um intermediário confiável para garantir a transação e a ausência de fraude, como o caso do “*gasto duplo*”⁷.

Figura 1: Mecanismo de funcionamento das transações.



Fonte: Nakamoto (2008, p.2).

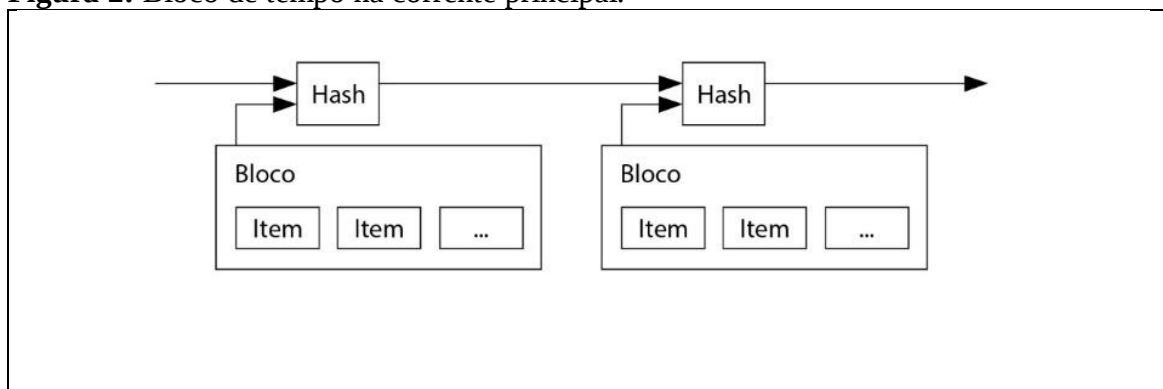
Para o desenvolvimento dessas etapas, a base para a elaboração desse sistema foi o compartilhamento através de uma rede *peer-to-peer*⁸, onde deixou todo gerenciamento descentralizado e de forma compartilhada. Por ser algo que não é centralizado e de fácil acesso, para evitar a duplicidade de gastos e demonstrar a veracidade das transferências, foi criado o servidor de carimbos de tempo, onde todas as transações realizadas em determinado período de tempo são armazenadas dentro de blocos que são fixados na corrente de *hash* principal, como mostra a Figura 2.

⁶ Dar a posse da moeda e é usada para transferi-la para outro dono (ALMEIDA 2016).

⁷ Uma falha do sistema de criptomoedas, o usuário gasta a mesma moeda mais de uma vez (NAKAMOTO, 2008).

⁸ É uma rede descentralizadas de funções convencionais, possibilita a transferência de arquivos sem um servidor, o computador de cada pessoal que utiliza a rede faz o papel de servidor e cliente (CIRIACO, 2008).

Figura 2: Bloco de tempo na corrente principal.



Fonte: Nakamoto (2008, p. 2).

A corrente formada é conhecida como *block chain* (em português cadeia de blocos), que ordena e registra todas as transações realizadas. Quanto maior o número de pessoas usando e transacionando moedas, mais segura a rede se torna. A cada transação a quantidade de códigos aumenta, tornando a dificuldade maior para quem desejar modificá-los (ALMEIDA, 2016).

O *block chain* funciona como um conjunto de blocos dependentes uns dos outros, encadeados seguindo uma lógica matemática. Após a validação da transação feita pelos usuários, o bloco é criado e tecnicamente jamais será apagado, e caso um bloco seja modificado, todos os outros perdem a validade, pois, estão todos interligados (ADVFN, 2018).

Como a validação é dada pelos usuários, a segurança principal do sistema está na intenção das pessoas que o usa. Nakamoto (2008) disse que cada usuário da moeda possui um IP que representa um voto. Uma pessoa com vários IPs poderia fraudar o sistema caso possuísse a maioria dos votos. A decisão da maioria é representada pela corrente mais longa, se a maioria dos usuários for honesta, a corrente dos desonestos vai permanecer menor e sem credibilidade, indicando que é falsa. Mesmo que um usuário desonesto quisesse refazer um bloco antigo da corrente verdadeira, ele teria que refazer todos os outros blocos criados pelos honestos. Como a cada dia vários blocos são criados, fica quase impossível uma fraude.

Então, o sucesso do *block chain* e do sistema de transação das criptomoedas, está na quantidade de honestos que valida os blocos. Ulrich (2014) destaca o caso de que se 51% dos usuários decidissem fraudar o sistema, poderia ocorrer um grande roubo de

moedas. Isso afetaria diretamente o seu preço de mercado, podendo até mesmo ser considerada uma possível ruína.

Apesar de aparentar ser um sistema frágil, vulnerável a ataques, Steler e Cerqueira (2017) explicam que o *block chain* evoluiu e se modernizou junto com as criptomoedas e, sendo hoje avaliado como seguro e prático, foi adaptado para ser usado em outras áreas. Com isso, foi considerado por alguns especialistas, como o próximo passo evolutivo da internet e mais revolucionário que a própria moeda digital, pois passa a confiança a quem utiliza o sistema e atrai pessoas que temem fraudes.

O resultado desse processo, explicado resumidamente, foi tão bem-sucedido que provocou a criação de várias moedas digitais, e por consequência, o surgimento de um novo mercado de ativos. Algo parecido com a proposta de Hayek (2011), um dos percursores da escola austríaca, que sugeriu que as moedas operem em total transparência, e que todas as informações sobre elas sejam diariamente publicadas. O mercado seria de livre acesso, sem barreira de entrada e a ordem seria estabelecida por concorrência perfeita, onde a moeda que não for de confiança e eficiente perderia espaço e sairia do mercado, dando lugar à outra que atenda todas as necessidades da população.

Vale destacar que o que diferencia a teoria de Hayek da do mercado de moedas virtuais atual é a moeda estatal. No modelo de Hayek, ela participaria da livre concorrência com as moedas privadas e as moedas de outros países seriam um mercado mundial de moedas sem interferência governamental.

Segundo dados da Coin Market Cap (2018), existem 1.910 criptomoedas em circulação no mundo em 01 de setembro de 2018. Dentre essas, as que mais se destacam são *Bitcoin*, *Ethereum*, *Ripple*, *Bitcoin Cash* e *Litecoin*. No meio dessas cinco, o *Bitcoin* é a que domina o mercado, sendo sua quantidade negociada e sua aceitação como meio de troca muito superior às outras moedas virtuais.

Observando as características do *Bitcoin*, e comparando com as outras criptomoedas, sua popularidade aparenta vir apenas do fato dela ter sido a primeira a entrar em circulação, pois todas não se diferenciam muito, possuindo os mesmos fundamentos. Antonopoulos (2014) falou que o sucesso inicial do *Bitcoin* veio de quatro inovações-chaves: Uma rede *peer-to-peer*, a *blockchain* ou cadeia de blocos, sua distribuição de moedas e um sistema descentralizado de verificação de transações (o *script* de transação). Hoje a grande maioria das criptomoedas se fundamenta nessas quatro inovações-chaves, porém, ainda estão longe da popularidade do *Bitcoin*.

3.2 Bitcoin

O *Bitcoin* foi colocado em circulação no ano de 2009, e somente em 2010, que a primeira compra de um bem real foi realizada, sendo ela, a aquisição de duas pizzas no estado da Flórida-USA (ROCHA, 2018). Sua quantidade é limitada, podendo chegar ao máximo, um total de 21 milhões de *Bitcoins*, com previsão de se atingido no ano de 2140 (ULRICH, 2014). O modo que o *Bitcoin* entra no mercado é através da “mineração”, como explicado por Amaral et al. (2016). O *Bitcoin* é desenvolvido por programação, também conhecido por mineração, os programadores utilizam seus computadores e energia para processar códigos e algoritmos que componham o *Bitcoin*. O esforço que o usuário tem em encontrar o código da moeda para sua criação é recompensado com um pagamento na moeda virtual. O processo de mineração acontece da seguinte maneira: cada usuário possui um código, que é adicionado ao código do *Bitcoin*, por exemplo, se o usuário 984fT3 minerar e localizar o *Bitcoin* 5y06dx, esse passa a ser encontrado no sistema como 984fT35y06dx, pertencendo ao usuário que o minerou.

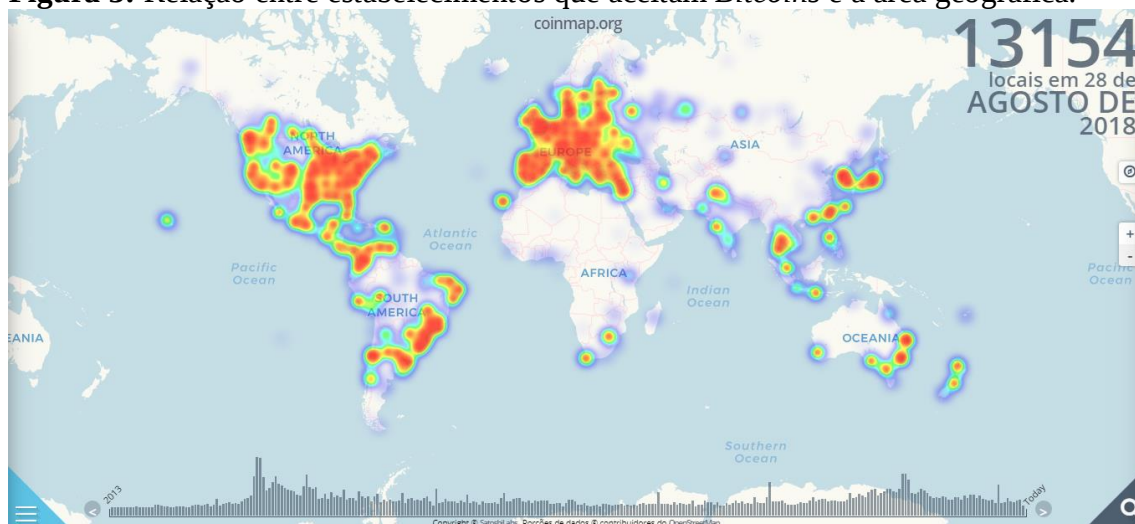
Uma vez no mercado, o *Bitcoin* circula livremente sem nenhuma regulamentação que traga segurança, isso provoca um receio em muitos investidores, fator que prejudica a expansão da moeda (LAPORTA; GERBELLI, 2018). Em 2018, muita coisa foi discutida sobre a criação de leis para esse mercado, porém, nada foi estabelecido concretamente, salvo o país de Malta, que em 04 de julho de 2018, aprovou três projetos de lei que estabelecem uma estrutura regulatória que transformou Malta na primeira jurisdição mundial a trazer segurança jurídica a esse espaço (ALEXANDRE, 2018). Esse acontecimento é de grande importância para o futuro das criptomoedas, pois sinaliza possíveis regulamentações de outros países no ano de 2019, acontecimento que pode trazer estabilidade para o mercado das criptomoedas.

No Brasil, ainda não existe uma regulamentação. No entanto, o *Bitcoin* está sujeito à declaração de participação e tributação. Desde julho de 2015, há um projeto de lei tramitando, mas, opinião contrária de membros do governo sobre o assunto, faz com que o país espere o posicionamento de outras nações, para poder tomar uma iniciativa (BITCOIN REGULATION, 2018).

Na Figura 3, apresenta-se a expansão da aceitação do *Bitcoin* pelo número de estabelecimentos ao redor do mundo que aceita *Bitcoins* como meio de pagamento. São

dados muito importantes que mostram a crescente força desse ativo. Em 2 de janeiro de 2018, a quantidade de estabelecimentos que aceitava *Bitcoin* era de 11.341 (dados do *Coinmap*, 2018).

Figura 3: Relação entre estabelecimentos que aceitam *Bitcoins* e a área geográfica.



Fonte: (COINMAP, 2018).

Observa-se na figura que, até 28 de agosto de 2018, já se somava a esse número mais 1.813, totalizando 13.154 estabelecimentos. Verifica-se também que a maior concentração de sua aceitação se concentra na Europa e Estados Unidos. No Brasil, a maior concentração é nas regiões sul e sudeste, com uma pequena expansão no litoral da região nordeste.

Apesar do número da aceitação do *Bitcoin* ter vindo aumentando nos últimos anos, o que se verifica no mercado de moedas digitais é a aquisição de tais ativos a fim de negociá-lo em um futuro próximo por um valor maior, tendo o seu valor de troca uma função secundária sem muita utilização. Esse processo de usar o *Bitcoin*, como um ativo especulativo, é o que está fazendo com que a sua aceitação e sua popularidade cresça.

3.3 Mercado de ações versus Mercado de *Bitcoin*

Os mercados de ações e de *bitcoins* possuem muitas características semelhantes, mas, tendo também suas diferenças. A maior delas está na regulamentação. O mercado de ações fica dentro do mercado de capitais junto com outros ativos: debêntures, *commercial papers*, renda fixa e mercado futuro. Esse último sendo o mais volátil. As

suas atividades são reguladas pela Comissão de Valores Mobiliários (CVM), e seus ativos vendidos na bolsa de valores. Já o mercado de *Bitcoin*, não possui nenhuma regulamentação e tem uma volatilidade maior que mercado futuro. A moeda é vendida em *Exchanges*, conhecida como bolsas online. O *Bitcoin* ainda pode ser comprado e vendido pessoalmente, sem a interferência de um terceiro agente (OLIVEIRA, 2017).

Outra diferença entre os mercados está na origem da volatilidade. No mercado de ações, a volatilidade vem das especulações, políticas macroeconômicas e relação com outros mercados. Em um trabalho realizado por Galvão (1999), ele procura encontrar uma relação na volatilidade do mercado de ações com o mercado de futuros, considerado o mais volátil. Como justificativa, ele relatou a alta volatilidade do mercado de futuro, a ponto de influenciar os outros mercados. No resultado da pesquisa, constatou que não há uma forte ligação entre os dois, mas não descartou a hipótese de existir uma relação entre eles.

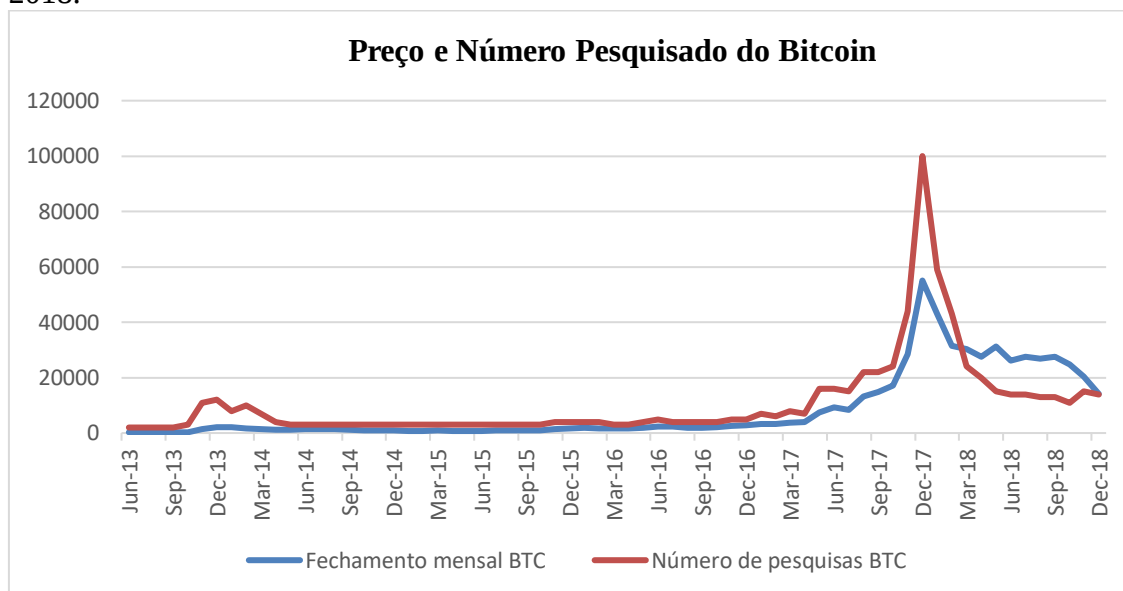
Já a volatilidade do *Bitcoin*, ela vem registrando uma baixa em alguns anos (ULRICH, 2016), mas por não ser um ativo físico e não pertencer a nenhuma nação, ainda é muito difícil de identificar todas as causas da sua volatilidade, mas entre elas estão: proibição de seu uso por alguns governos, roubos de moedas no seu sistema e especulação (LAPORTA, 2018). Existe também o mercado de Futuro do *Bitcoin* (CFDs), que pode explicar parte da sua volatilidade (OLIVEIRA, 2017), abrindo possibilidade de estudos para averiguar esse fato, como o realizado por Galvão (1999), citado anteriormente.

Portanto, observa-se que as causas das flutuações de preços dos dois mercados vêm de situações diferentes. Um exemplo, é que caso ocorra uma junção de duas grandes empresas, provavelmente não afetaria o mercado de *Bitcoin*. Porém, segundo Tibúrcio et al. (2012), caso ocorra uma fusão de empresas, uma política expansionista ou contracionista, pode gerar grandes oscilações nos preços dos ativos do mercado de capitais.

Enquanto não se tem uma resposta concreta sobre a flutuação do preço do *Bitcoin*, várias teorias foram desenvolvidas para explicar sua formação, vale mencionar uma delas, o Ciclo Satoshi, que demonstra uma alta correlação entre o preço do *Bitcoin* e os dados fornecidos pelo Google sobre as pesquisas relacionadas com o tema. Essa teoria mencionada, foi estabelecida pelo especialista em *Bitcoin*, Christopher Burniske em agosto de 2017. Com a queda de preço do *Bitcoin* no ano de 2018, surge uma possibilidade de saber se a teoria do Ciclo Satoshi segue mostrando uma correlação

entre *Bitcoin* e número de pesquisas, em um período da maior queda de preços do *Bitcoin*. No gráfico 1, observamos o quanto às quantidades de pesquisa explica o crescimento do preço do *Bitcoin*:

Gráfico 1: Preço do Bitcoin e seu número de pesquisado no Google Trends de 2013 a 2018.



Fonte: Elaboração própria.

Observa que o Ciclo Satoshi, consegue demonstrar uma boa relação entre preço do *Bitcoin* e número de pesquisa. No momento em que as pesquisas começaram a aumentar, o preço responde na mesma direção. A mesma relação foi identificada quando as pesquisas começaram a cair. Observa também, que o aumento e a baixa nas pesquisas responde de maneiras desproporcionais essa relação, mostrando no período de junho de 2018 uma baixa nas pesquisas e um pequeno aumento no preço.

Tal resultado pode sinalizar que o aumento na demanda e a especulação por *Bitcoins* podem influenciar na sua formação de preços, principalmente na sua valorização, isso pode ser notado nos picos e quedas expostos no gráfico, no ano de 2013 e início de 2017, que a moeda teve uma alta na popularidade, aumentando o número de pessoas comprando ela, e após certo tempo uma baixa na sua aquisição por notícias negativas, provocando um grande número vendendo a moeda e baixando seu preço (SÁ, 2018).

3.4 Evidências empíricas do uso do bitcoin como investimento

Para alguns economistas da atualidade, como Ulrich (2014), Antonopoulos (2014) e outros da escola Austríaca⁹, a criptomoeda e seu sistema são o maior avanço tecnológico na economia monetária desde sua criação. Em seus estudos eles consideram essas mudanças como uma quebra de paradigmas, que pode levar a economia para um mundo com menos crises e ciclos econômicos¹⁰.

Realmente o *Bitcoin* é algo inovador, que pode trazer benefícios para a economia, mas, após 10 anos de sua aparição, ainda existe muitas dúvidas sobre seu uso e que papel ele pode assumir no meio dos outros ativos já existentes. Dyhrberg (2016a) foi um dos primeiros pesquisadores a realizar estudos sobre atributos do *Bitcoin*, ao verificar a capacidade de cobertura desse ativo. Na sua pesquisa, chegou à conclusão que o *Bitcoin* é correlacionado negativamente com o Financial Times Stock Exchange Index, Bolsa de Valores de Londres, possibilitando aos investidores desse mercado cobrirem parte de seus riscos usando o *Bitcoin*.

Vale mencionar que atualmente na Inglaterra, o *Bitcoin* não está regularizado. Até o fim de 2018, o governo apenas se limitou a alertas de volatilidade, alavancagem, taxas potenciais e falta de transparência de preços (BITCOIN REGULATION, 2018). Mesmo assim, isso não impediu os acionistas da Inglaterra de usarem o *Bitcoin* ou outras criptomoedas como investimento (VICTOR SÁ, 2017). Provavelmente o uso desse ativo, está sendo utilizado como diversificador de portfólio de acordo com as descobertas da pesquisa mencionada no parágrafo anterior.

Dyhrberg (2016b) em outro estudo explica que, por não atender todas as funções de uma moeda, o *Bitcoin* passa a ser mais útil como um ativo do que como um meio de pagamento, virando, assim, uma ferramenta para gestões de carteiras e em análises de mercado. Em alguns casos, o *bitcoin* funcionaria semelhante ao ouro, mas sendo bastante volátil, algo que não impediria sua inclusão em uma carteira diversificada como estratégia de investimento.

A partir desses trabalhos, novos estudos procuraram encontrar relações do *Bitcoin* com outros mercados do mundo. Os resultados encontrados por Bouri et al. (2016), seguem e complementam o trabalho de Dyhrberg (2016a e 2016b). Usando uma técnica de modelo de correlação condicional dinâmica (DCC), verificaram que o *Bitcoin* pode agir como diversificador, cobertura e *hedge* para diversos ativos (índice de ações,

⁹ É uma escola liberalista que defende um pensamento econômico enfatizando o poder de organização espontânea de preços, onde não é admitido ações do governo no mercado (ROCKWELL, 2018).

¹⁰ São flutuações que acontece na economia a longo prazo, envolvendo períodos de crescimento e baixas (FURTADO, 2016).

títulos, petróleo, ouro, índice geral de *commodities* e índice do dólar norte-americano). A partir de preços diários e semanais, o resultado obtido foi que, o *Bitcoin* serve como um diversificador eficaz contra movimentos para a maioria dos casos, e em apenas alguns, ele funciona como *hedge*. Contudo, os resultados do modelo variaram de acordo com a frequência (diária ou semanal), os dados semanais, que obtiveram melhores resultados, mostraram uma forte ação de *hedge* do *Bitcoin* para os índices de *commodities*.

Dando sequência as suas pesquisas, em outro estudo de Bouri et al. (2017) utilizando VIX¹¹, examina se o *Bitcoin* pode proteger essas ações de incertezas globais. Ele usou *wavelets*¹² para verificar os retornos do *Bitcoin* em suas várias frequências. Através das regressões quânticas, verificou-se que há uma atuação do *Bitcoin* como um *hedge* contra incertezas. Esses resultados tiveram melhor respostas em horizontes de investimentos mais curtos, e levou a conclusão que, investimentos de curto prazo no *Bitcoin*, podem auxiliar investidores em períodos de incertezas globais.

Hong et al. (2018) segue a mesma base dos trabalhos anteriores e utilizou três modelos diferentes de séries temporais (GARCH, CCC e Modelo de Dependência de Frequência), para saber se o *Bitcoin* pode ser usado como *hedge* contra os índices: *Euro-Index* (Cotação do Euro), *Shanghai A-Share* (China), S&P500 (Estados Unidos), *Nikkei* (Japão) e o índice TSX (Canadá). Observando os retornos diários, semanais e mensais, o resultado adquirido foi que o *Bitcoin* pode ser usado como *hedge* para todos esses mercados, porém, a força de *hedge* fica mais forte em frequências mais longas a exemplo dos dados mensais. Dessa maneira, segurar o *Bitcoin* por mais tempo poderia gerar mais benefícios aos investidores desses mercados.

Através destas pesquisas comprovasse que o *Bitcoin* pode ser usado como estratégia em um portfólio, porém, deve-se ter cautela ao utilizá-lo. Dependendo do mercado de ações e investimentos, coberturas podem variar de acordo com a frequência. Também há fatores além do comportamento do *Bitcoin*, visto que a maioria dos mercados estudados não possui nenhum tipo de regularização para criptomoedas, com exceção do Japão, que passou as criptomoedas para jurisdição da Agência de Serviços

¹¹. Um indicador de risco de mercado que medi as expectativas dos investidores, e é bastante utilizado como estratégia de gerenciamento de risco, valores baixos do VIX indica mais certeza no mercado e valores altos incerteza, quando os riscos aumentam taticamente os agentes procura ativos mais seguros. (CASTRO, 2016).

¹². É uma ferramenta de análise de sinais com a finalidade de adaptar pequenas ondas à um conjunto de dados extraindo informações tais como padrões, ajustes de curvas, etc. (GURGEL, 2013).

Financeiros do Japão (FSA), em 2017. A FSA estabeleceu requisitos de triagem para trocas de moedas virtuais e, em outubro de 2018, aprovou a Associação Japonesa de Câmbio Virtual (JCEA), como reguladora do mercado de moedas virtuais, podendo criar leis e restrições a qualquer momento (BITCOIN REGULATION, 2018).

Enquanto isso, a maioria dos países Europeus, Estados Unidos, Canadá e China, onde funcionam os outros mercados citados nas pesquisas, ainda não há nada definido sobre leis que regulem as criptomoedas. Apesar da falta de regulamentação desses países, ocorreu uma expansão de fundos de investimento em moedas virtuais em quase todos eles (ROQUETTE, 2018). Grandes investidores, como a segunda maior instituição de ensino superior dos Estados Unidos, Universidade de Yale (WAGNER RIGGS, 2018a), que apesar das desconfianças nas criptomoedas, por causa da sua volatilidade ou roubos digitais, vêm investindo nelas no ano de 2018 (REUTERS, 2018). Há também, rumores que a *BlackRock*, maior gestora de ativos do mundo, montou uma equipe para estudar formas de investir em moedas digitais (WAGNER RIGGS, 2018b).

Portanto, os resultados das pesquisas, junto com as informações do mercado, acrescentam ao *Bitcoin* mais um atributo, além das características como moeda. Isso faz com que seu número de investidores aumente, por parte de fundos de investimentos. Na hora de investir, os acionistas procuram lucrar, e uma vez comprovado que a utilização do *Bitcoin* pode auxiliar na formação de portfólio, para a obtenção de lucros ou cobertura de perdas, a utilização desse ativo passa a ser mais bem aproveitada.

4 METODOLOGIA

Neste trabalho é analisado que tipo de correlação o *Bitcoin* tem com o índice Ibovespa, principal indicador do desempenho médio das ações negociadas no Brasil. Utilizando uma variação do modelo GARCH (*Generalized conditional Heteroskedasticity*), que é uma generalização do modelo ARCH (*Autoregressive Conditional Heteroskedasticity*), será estabelecida a existência de alguma possibilidade do uso do *Bitcoin* no mercado de ações do Brasil, como uma nova opção nas estratégias dos acionistas, em especial o efeito de *Hedge*. Tal feito possibilitará aos investidores a diversificar suas carteiras e aumentar o valor do seu portfólio.

Serão utilizadas nesse estudo duas bases de dados. A primeira refere-se às cotações diárias do índice Ibovespa, negociadas em dias úteis na B3 (Brasil, Bolsa, Balcão). Os dados observados iniciam no período de 13 de junho de 2013 a 20 de dezembro de 2018, num total de 1369 observações diárias. Os dados foram coletados no BM&FBOVESPA, onde são utilizados por muitos acionistas para cálculos de volatilidade. O período de coleta das observações é um período conturbado na política brasileira, com *impeachment* e denúncias de corrupção no governo, causando grandes mudanças e instabilidades em algumas ações da Ibovespa.

A segunda base de dados são os índices diários das cotações do *Bitcoin* no Brasil. O período da coleta dos dados é idêntico aos da primeira base. Esse período também é importante no mercado *Bitcoin*, pois é marcado pela elevação da sua popularidade e, conseqüentemente, do seu preço, em seguida marcado por uma queda do seu preço no fim de 2018. Os dados foram coletados no site Investing.com, considerada uma das principais casas de venda e compra de *Bitcoin* no Brasil. Apesar de ser coletado no mesmo período de tempo, o número de observações do índice *Bitcoin* é superior a do índice Ibovespa, isso por causa do funcionamento dos mercados, enquanto o primeiro opera todos os dias do ano (exceção em períodos de falha no sistema), o segundo opera apenas em dias úteis. Para melhores resultados, foi realizado um ajuste na base de dados para terem o mesmo número de observações, foram excluídos da série do *Bitcoin* os dias que o mercado de ações brasileiro não estava funcionando, sábados, domingos e feriados.

No preparo das amostras, primeiro utilizamos o teste de raiz unitário para averiguar a estacionariedade das séries. Os testes Augmented-Dickey Fuller e Phillips-

Perron sugerem que os preços diários, semanais e mensais dos dois ativos em estudo, exibem uma raiz unitária, fato comum em séries temporais de ações. A diferença logarítmica nos preços é usada para trazer os preços de todos os ativos para a série de devoluções e possibilitar a execução dos outros testes corretamente. Após comprovação da estacionariedade, depois da primeira diferenciação logarítmica, foram feitos testes para observar as estatísticas resumidas, matriz de correlação e por último o teste GARCH (1,1).

4.1 Índice Ibovespa

É o principal índice do mercado de ações brasileiro, é composto pelos principais ativos do mercado, os mais negociados, correspondem a 80% do volume negociado diariamente. Teoricamente é uma carteira de ações que vai determinar em média, o comportamento do mercado. Esses ativos vêm de empresas dos mais distintos ramos, dentre as mais antigas, estão o Banco Itaú, a Loja Americanas e a Vale (RICO.COM.VC, 2018).

O valor do Ibovespa é dado em tempo real, considerando os negócios com ações realizados no mercado a vista. O valor de mercado de cada investimento que nele esta, é medido pela quantidade de suas ações em circulação, multiplicado pelo seu preço. O valor total da Ibovespa é a somatória do preço de mercado de todos os investimentos, dividido por um redutor, que deixa os valores calculados baseados em pontos, que representa os reais (ÁBACO, 2017). Dessa maneira, o Ibovespa pode ser calculado pela seguinte fórmula:

$$Ibovespa_t = \frac{\sum_{i=1}^n P_{i_t} * Q_{i_t}}{\alpha}$$

O Ibovespa t é o Índice no instante t ; n é o número de ações da carteira teórica; P , o ultimo preço da ação i no instante t ; Q é a quantidade teórica da ação i na carteira no instante t ; e α é o redutor utilizado para adequar ao valor divulgado do índice (ÁBACO, 2017).

4.2 Procedimentos Econométricos

É um teste de estacionariedade bastante popular. De uma forma geral, é utilizado para analisar a existência de alguma raiz dos operadores de retardos dentro do círculo

unitário. Em um modelo de passeio aleatório igual à fórmula a seguir, onde o termo do erro de ruído branco é representado por u_t , se ρ é de fato 1 existe um problema de raiz unitária, onde a série não é estacionária (GUJARATI, 2011).

$$y_t = \rho y_{t-1} + u_t \quad (5)$$

$$-1 \leq \rho \leq 1$$

No entanto para calcular a raiz unitária, essa equação deve ser manipulada, subtraindo y_{t-1} de ambos os lados da equação (x), ficando a fórmula da seguinte maneira:

$$y_t - y_{t-1} = \rho y_{t-1} - y_{t-1} + u_t \quad (6)$$

$$= (\rho - 1)y_{t-1} + u_t$$

Substituindo o $(\rho - 1)$ por δ e Δ , podendo rescrever a equação:

$$\Delta y_t = \delta y_{t-1} + u_t \quad (7)$$

Caso $\delta = 0$, então $\rho = 1$, tendo uma raiz unitária e a série sendo não estacionária (GUJARATI, 2011), estimado a equação, vários testes para a identificação da raiz unitária foram desenvolvidos. Alguns deles são Augmented Dickey-Fuller (ADF) e Phillips-Perron (PP) nos dois testes, a hipótese nula é de que a série tenha raiz unitária e, portanto não seja estacionária, então:

H_0 : Tem Raiz unitária (não é estacionária)

H_1 : Não tem Raiz unitária (é estacionária)

É de grande importância em uma análise de série temporal identificar se ela possui raiz unitária, caso possua, não a possibilidade de fazer inferências a alguns modelos econométricos, pois a uma grande possibilidade dos resultados não possuírem significado econômica (BUENO, 2011). Diante desse fato, antes de qualquer análise estatística, aplicamos dois testes de raiz unitária, o *Augmented Dickey-Fuller* (ADF) e o Phillips-Perron (PP), esses que são muito utilizado na econometria e é bastante confiáveis. O ideal é aplicar os testes em conjunto para ter a certeza da estacionariedade da série. Eles diferem na forma de como é controlada a correlação serial ao analisar a

presença de raiz unitária. O teste PP usa um método não linear, enquanto o ADF utiliza, de forma linear, desvios defasados da própria variável na equação utilizada, um resultado semelhante indica com mais precisão a estacionariedade.

O Augmented Dickey-Fuller ou teste Dickey-Fuller aumentado (DFA), foi um aprimoramento para corrigir o problema da auto-correlação do termo de erro u_t , é estimado através da extensão de três equações do teste Dickey-Fuller, adicionando os valores defasados da variável dependente Δy_t . O teste consiste na seguinte regressão (GUJARATI, 2011):

(8)

$$\Delta y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t$$

Onde β_1 é o intercepto ou o drift da série, β_2 é o coeficiente de tendência, δ é o coeficiente de presença de raiz unitária, m é o número de defasagens tomadas na série, ε_t é o termo de erro de ruído branco puro e $\Delta y_{t-1} = (y_{t-1} - y_{t-2})$, $\Delta y_{t-2} = (y_{t-2} - y_{t-3})$, etc. O número de termos incluídos, o suficiente para que o termo de erro seja não correlacionado, isso para não obter uma estimação viesada de δ , que é o coeficiente defasado de y_{t-1} . Nesse teste a hipótese nula vai permanecer igual a já mencionada, e é dada por $H_0: \delta = 0$.

Já o teste Phillips-Perron faz uma correlação não paramétrica ao teste Dickey e fuller, utiliza os métodos estatísticos não paramétricos para tratar da correlação serial nos termos de erro sem adicionar os termos de diferença defasada (GUJARATI, 2011). São testes sobre a distribuição dos coeficientes, e comparam os resultados com os testes baseados na distribuição da estatística t , ambos sob a hipótese nula de raiz unitária, sendo a sequência de estimação semelhante ao teste Dickey e Fuller aumentado mencionado anteriormente (BUENO, 2011).

Após a realização dos testes de raiz unitária, é usada a matriz de correlação para mostrar a força e a direção da relação entre duas variáveis, quando estiver positivo, seguem a mesma tendência, já negativo, seguem tendências diferentes, o grau medido de relação linear entre as variáveis, pode variar entre -1 e +1. Valores que possuem correlações maiores que 0,7, são considerados altamente correlacionados.

4.3 Modelo GARCH

Como citado na introdução e na metodologia, este estudo utilizará um modelo *Generalized conditional Heteroskedasticity* (GARCH), elaborado por Bollerslev (1986), muito utilizado em pesquisas acadêmicas e em instituições financeiras para medir a volatilidade das series temporais seja por motivo especulativo ou como cobertura de risco. É uma estimação do modelo ARCH introduzida por Rob Engle (1982). O modelo GARCH vai descrever a volatilidade com menos parâmetros que o modelo ARCH, sendo mais prático. Ele também é um dos modelos mais apropriado e recomendado para dados financeiros. Segundo Alexander (2005), o modelo GARCH mais simples é o GARCH (1,1), composto por um único erro ao quadrado defasado e um termo auto-regressivo, sendo rara necessidade de utilizar outro modelo que abranja mais que isso. Ele adiciona (q) termos auto-regressivos ao modelo ARCH (p) ficando a equação da variância com a seguinte formula:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \dots + \alpha_p \varepsilon_{t-p}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 + \dots + \beta_q \sigma_{t-q}^2 \quad (9)$$

$$\alpha_0 > 0, \alpha_1, \dots, \alpha_p, \beta_1, \dots, \beta_q \geq 0.$$

Usando uma notação para a constante ω , para o coeficiente α do erro e para o coeficiente β de defasagem, o modelo fica padronizado, igual aos utilizados pela maioria das instituições financeiras:

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha \varepsilon_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2; \quad (10)$$

$$\omega > 0, \alpha, \beta \geq 0$$

Esse modelo também pode ser escrito da seguinte maneira:

$$\begin{aligned} \sigma_t^2 &= \omega + \alpha \varepsilon_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2 \\ &= \omega + \alpha \varepsilon_{t-1}^2 + \beta(\alpha \varepsilon_{t-2}^2 + \beta(\omega + \alpha \varepsilon_{t-3}^2 + \beta(\dots))) \\ &= \omega/(1 - \beta) + \alpha(\varepsilon_{t-1}^2 + \beta \varepsilon_{t-2}^2 + \beta^2 \varepsilon_{t-3}^2 + \dots) \end{aligned} \quad (11)$$

A dimensão dos parâmetros α e β determina a interação de curto prazo das séries de tempo da volatilidade obtida. Os β de defasagens altas, indicam uma volatilidade persistente, enquanto os α do erro, alto, indicam que a volatilidade reage intensamente

às variações de mercado. Assim, ocorrendo um coeficiente alfa muito elevado e o coeficiente beta muito baixo, as volatilidades tem tendência a ser mais pontiaguda. No mercado financeiro, de acordo com Alexander (2005), devem-se esperar estimativas dos coeficientes de defasagem acima de 0,8 e dos coeficientes de erro no máximo de 0,2, isso para observações diárias.

Se substituir $\sigma_t^2 = \sigma^2$ para todo t na equação padronizada, a equação da variância do estado estacionário de longo prazo é obtida no modelo GARCH (1,1):

$$\sigma^2 = \omega / (1 - \alpha - \beta). \quad (12)$$

Para que os processos sejam estocásticos a soma entre α e β deve ser menor que 1, convergindo nesse caso para o nível médio de longo prazo da volatilidade. É importante relatar que todos os parâmetros estimados utilizados, principalmente a do parâmetro ω são sensíveis aos dados utilizados. Desse modo, os dados históricos escolhidos afetam as previsões da volatilidade, tendo que, alguns sejam excluídos para melhor resultado do modelo.

O processo GARCH empregado para investigar a relação direta entre os retornos do Bitcoin e o retorno BVMF3 foi:

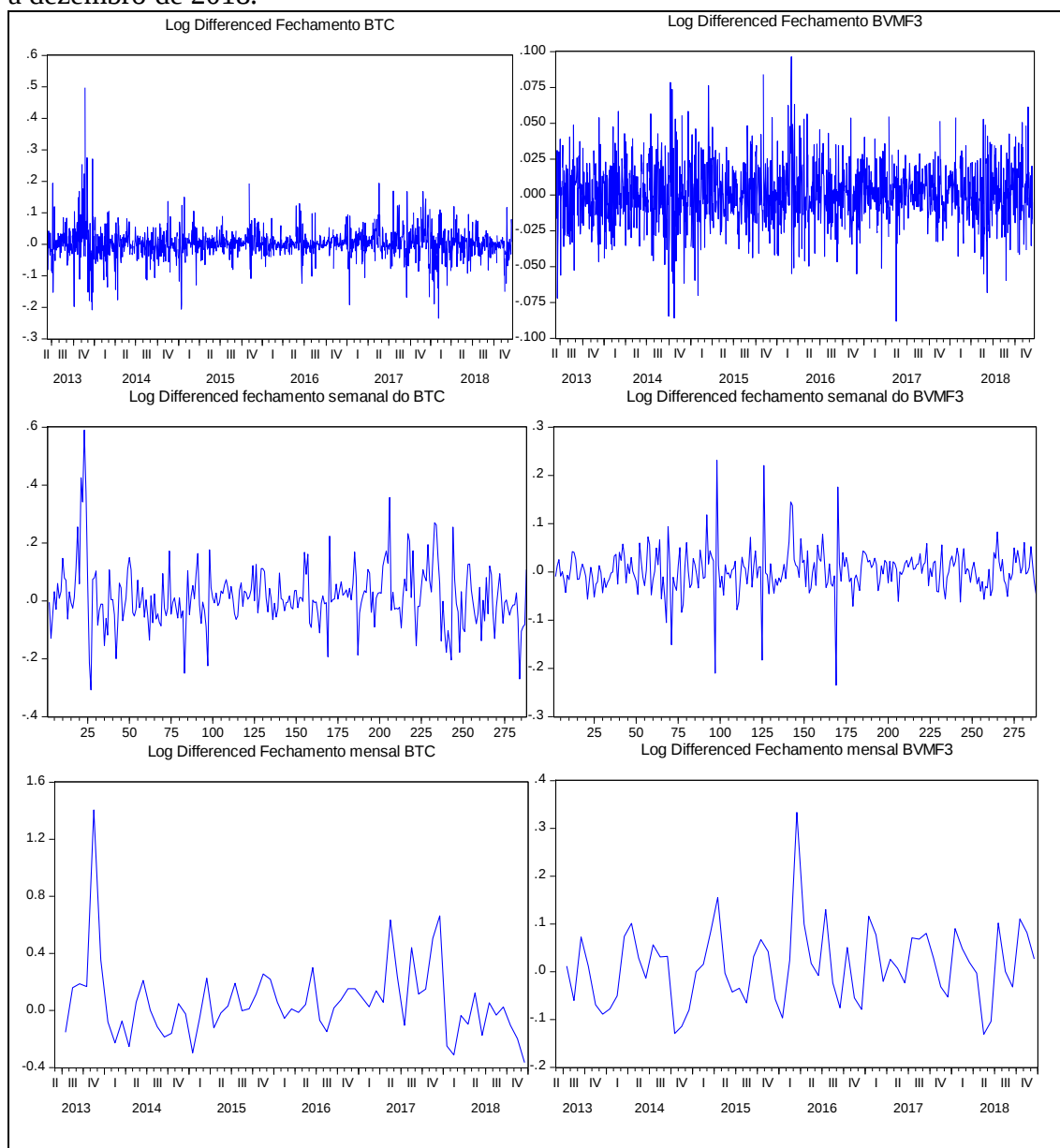
$$\begin{aligned} BTCRetorno_t = \alpha_0 + \beta_1 BTCRetorno_{t-1} + \beta_2 BVMF3Retorno_t \\ + \beta_3 BVMF3Retorno_{t-1} + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (13)$$

$BTCRetorno_t$ é o retorno de *Bitcoin* no tempo t , e $BVMF3Retorno_t$ é o retorno do Índice Ibovespa no tempo t . O sinal e a significância dos coeficientes β_2 divulgam os recursos de *hedge* ou diversificação do *Bitcoin*. Conforme discutido em Baur (2010), uma relação negativa significativa uma forte relação de *hedge*; uma relação positiva significativa um diversificador, e uma correlação insignificante implica uma relação de *hedge* fraca. O recurso de *hedge* forte é mais desejado, pois é o menos complicado de aplicar no mundo real para reduzir o risco.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 7 mostra os retornos diário, semanal e mensal do *Bitcoin* e o índice escolhido, após a diferença logarítmica para transformá-la em uma série estacionária. Observamos grandes picos de oscilação na cotação do *Bitcoin*, principalmente no ano de 2013, período em que ocorreu primeiro surto de preço do *Bitcoin*.

Figura 4: Retorno diário, semanal e mensal dos dois ativos em estudo de junho de 2013 a dezembro de 2018.



Fonte: Elaboração própria.

Através da observação das volatilidades das séries não pode ser verificado uma demora em reverter à tendência. Tal fato caracteriza um baixo componente auto-regressivo e, por isso, não foi possível afirmar com certeza de que não existe raiz unitária (BUENO, 2011).

Diante disso, foram realizados os testes Augmented Dickey-Fuller (ADF) e Phillips-Perron (PP). Na tabela 1, estão os resultados desses dois testes de raiz unitária, realizados para as séries diárias, semanal e mensal, os valores de rejeição da hipótese nula são 1%, 5% e 10%, respectivamente iguais a -3,50, -2,89 e -2,58.

Tabela 1: Teste de Raiz Unitário ADF e PP

	Diário		Semanal		Mensal	
	<i>Bitcoin</i>	Ibovespa	<i>Bitcoin</i>	Ibovespa	<i>Bitcoin</i>	Ibovespa
ADF Teste	-22.97116	-37.91897	-10.79946	-18.12294	-5.784262	-6.664391
P valor	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)
PP Teste	-39.68393	-38.03485	-10.84403	-18.08738	-5.784262	-5.839824
P Valor	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)

Fonte: Elaboração própria.

De acordo com os procedimentos dos testes realizados de raiz unitária é rejeitada a hipótese nula, ou seja, as séries não possuem raiz unitária após a diferenciação logarítmica e, portanto, é estacionária, de acordo com Bueno (2011). Em todos os casos, além da alta significância do valor-p, a estatística *t* foi menor que o valor crítica de 1% que corresponde a -3,50. Diante desses resultado, possibilita a sequencias dos testes para medir a relação das séries.

Na tabela 2, está representada a matriz de correlação para os retornos de *Bitcoin* e a Ibovespa, com a direção da relação representada pelos sinais.

Tabela 2: Matriz de Correlação

Diária	BTC	Ibovespa
BTC	1	
Ibovespa	-0,02	1
Semanal	BTC	Ibovespa
BTC	1	
Ibovespa	0,04	1
Mensal	BTC	Ibovespa
BTC	1	
Ibovespa	-0,21	1

Fonte: Elaboração própria.

Para dados diários, há uma correlação negativa entre os retornos. Nos dados semanais, os retornos do *Bitcoin* passaram a ser positivamente correlacionados com o Ibovespa, enquanto para os dados mensais, os retornos da moeda do *Bitcoin* voltam a ser negativamente correlacionados. Em todos os casos, houve uma força baixa de correlação, porém, as correlações negativas entre os dois ativos, para dados diários e mensais, características de uso *hedge*, podendo ser comprovado isso com a significância do teste GARCH (1,1).

A Tabela 3, a seguir, descreve as estatísticas de resumo dos dados diário, semanal e mensais para os dois ativos.

Tabela 3: Estatísticas resumidas para dados diários, semanais e mensais.

	Média	S.D	Mínimo	Máximo	Obs.
Ret. Diário					
BTC	0,298	4,958	-23,450	49,740	1367
BVMF3	0,051	2,1527	-8,8165	9,639	1367
Ret. Semanal					
BTC	1,404	10,475	-30,781	59,001	287
BVMF3	0,268	4,666	-23,481	23,160	287
Ret. Mensal					
BTC	6,041	26,4571	-36,530	140,570	66
BVMF3	1,222	7,9053	-13,100	33,343	66

Fonte: Elaboração própria. BTC e BVMF3 são os retornos para os índices *Bitcoin* e Ibovespa, respectivamente, calculados como logarítmicos das diferenças de preço.

As estatísticas dos dois ativos mostram resultados muito diferentes, algo já esperado, pois, o preço *Bitcoin* muda muito rápido e com variações elevadas. Os retornos médios do *Bitcoin* são de 0,298% para dados diários, 1,404% para retornos semanais e 6,041% para retornos mensais. A diferença entre retornos mínimos e máximos para *Bitcoin* é de 312,11% para a frequência diária, 291,67% para a semana, e 484,80% para mensal. Já a diferença entre o retorno mínimo e máximo da Ibovespa é de 209,32% para a frequência diária, 198,63% para frequência semanal, e 354,52% para frequência mensal. A média dos retornos do Ibovespa ficou 0,051% para dados diários, 0,268% para dados semanais e 1,222% para dados mensais. Como esperado, o *Bitcoin* retorna exibindo maior volatilidade do que os índices da Ibovespa.

A seguir estão os resultados do teste GARCH, divididos em três tabelas, nas o índice Log Likelihood, mostra a evidência dos dados sobre parâmetros desconhecidos. Quanto maior o valor do Log Likelihood, melhor o ajuste do modelo. A tabela 4 descreve os resultados da frequência diária.

Tabela 4: GARCH (1,1) Resultado dos retornos diários.

Variável	BVMF3
Painel A: Retornos Diários	
Constante	0.001621* (0.001013)
RBTC (-1)	-0.028751 (0.033228)
BVMF3	-0.054741* (0.033062)
BVMF3 (-1)	-0.057999 (0.039908)
Log likelihood	2393.664

Fonte: Elaboração própria. BVMF3 é o retorno do Ibovespa, RBTC (-1) é o retorno de *Bitcoin* defasado. BVMF3 (-1) é o retorno do índice Ibovespa defasado, tudo calculado com a diferença logarítmica de preço dos dados diários. Erros padrão são relatados entre parênteses. ***, ** e * representam significância do valor p a 1%, 5% e 10%, respectivamente.

Na frequência diária, o modelo GARCH (1,1) mostrou que os retornos do Ibovespa são negativamente correlacionados com os retornos do *Bitcoin* a uma significância de 10%. Isso implica dizer que, com uma queda diário de um por cento neste índice, faria com que o retorno do *Bitcoin* move-se na direção oposta em -0.054741 por cento, sugerindo que o *Bitcoin* é um forte *hedge* contra esse índice na frequência diária. Esse resultado vai de consonância com o Bouri et al. (2017), que encontrou as melhores posições de *hedge* para o índice VIX, em frequências mais curtas. E também com o trabalho de Dyhrberg(2016b), que mostra o efeito de *hedge* do *Bitcoin* contra o dólar americano no curto prazo.

A tabela 5 descreve os resultados semanais, período que obteve mais variáveis significativas. Na frequência semanal, o resultado continuou significativo a 10%, no entanto, a correlação passa a ser positiva.

Tabela 5: GARCH (1,1) Resultado dos retornos semanais.

Painel B: Retornos Semanais	
Constante	0.006482 (0.005505)
RBTC (-1)	0.303923*** (0.064083)
BVMF3	0.140945* (0.082654)
BVMF3 (-1)	-0.223860* (0.125294)

Log likelihood	287.2684
----------------	----------

Fonte: Elaboração própria. BVMF3 é o retorno do Ibovespa, RBTC (-1) é o retorno de *Bitcoin* defasado. BVMF3 (-1) é o retorno do índice Ibovespa defasado, tudo calculado com a diferença logarítmica de preço dos dados mensais. Erros padrão são relatados entre parênteses. ***, ** e * representam significância do valor p a 1%, 5% e 10%, respectivamente.

A correlação positiva significativa encontrada pode ser interpretada como um diversificador de portfólio. Com um retorno mensal de um por cento neste índice, o retorno do *Bitcoin* move-se na mesma direção em 0,140945 por cento, sugerindo que o *Bitcoin* é um diversificador para o índice Ibovespa em frequências semanais. Essa capacidade do *Bitcoin*, também foi encontrada em relações a índice de commodities por Bouri et al. (2016) em frequências semanais. Isso mostra a diversificação desse ativo como investimento, tanto a frequência como o tipo de mercado pode mudar a estratégia do seu uso.

A tabela 6 mostram os resultados para os dados mensais, período que o *Bitcoin* obteve a maior correlação negativa com Ibovespa, entretanto, a frequência mensal foi à única que não se mostrou significativa a nenhum nível.

Tabela 6: GARCH (1,1) Resultado dos retornos mensais.

	Painel C: Retornos Mensais
	0.0173229*
Constante	(0.009967)
	0.232651*
RBTC (-1)	(0.116184)
	-0.305642
BVMF3	(0.298071)
	0.074874
BVMF3 (-1)	(0.261021)
Log likelihood	4.375780

Fonte: Elaboração própria. BVMF3 é o retorno do Ibovespa, RBTC (-1) é o retorno de *Bitcoin* defasado. BVMF3 (-1) é o retorno do índice Ibovespa defasado, tudo calculado com a diferença logarítmica de preço dos dados mensais. Erros padrão são relatados entre parênteses. ***, ** e * representam significância do valor p a 1%, 5% e 10%, respectivamente.

Uma queda mensal de um por cento neste índice faria com que o retorno do *Bitcoin* se movesse na direção oposta em -0,305642 por cento, mas como o grau de significância não foi relevante a nenhum nível, isso indica que na frequência mensal o *Bitcoin* pode ser usado apenas como um *hedge* fraco. Em horizontes mais curto, o *Bitcoin* teve melhor resultado, assemelhando com o resultado de Bouri et al. (2017) com

o índice VIX e Dyhrberg(2016b), sugerindo que investimentos de curto prazo nesse ativo é a melhor opção para os investidores que pretende utiliza-lo como estratégia na formações de portfólio, no mercado de ações brasileiro.

Um fato interessante de registrar a respeito da possibilidade do uso do *Bitcoin*, foi seu comportamento em diferentes mercados e frequência. A única frequência que não teve significância nessa pesquisa, foi a única que teve significância no trabalho de Hong et al. (2018), que demonstrou um forte relação de *hedge* para os mercados Euro-Index, o Shanghai A-Share, o S & P 500, o Nikkei e o TSX Index, nas frequências mensais.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir de pesquisas recentes como as de Dyhrberg (2016a e 2016b), Bouri et al. (2016 e 2017) e Hong et al. (2018), que demonstraram a funções de *hedge* e diversificador do *Bitcoin* em comparação a diversos índices, já citados, o presente estudo teve como objetivo identificar a interação do *Bitcoin* com o Ibovespa. Trata-se assim, de um tema novo na literatura econômica nacional e de relevância crescente, haja vista que em todo o mundo investidores já utilizam as moedas virtuais como parte de seus investimentos.

Para alcançar o objetivo proposto, de encontrar uma relação de *hedge* ou diversificador, do *Bitcoin* com o índice Ibovespa, foi utilizado um modelo de séries temporal GARCH para analisar se o *Bitcoin* pode cobrir riscos, ou exercer a função de diversificador em um portfólio no mercado de ações brasileiro, durante um período de junho de 2013 a dezembro de 2018. Para tanto, dividimos os dados em três frequências, diária, semanal e mensal.

Os resultados obtidos fornecem evidências convincentes de que o *Bitcoin* no Brasil pode ser usado com um *hedge* forte contra o Ibovespa em frequências diárias e como *hedge* fraco em frequências mensais. O resultado da frequência semanal também foi bastante satisfatório, mostrou a diversidade do ativo, em certos momentos da economia, visto que sua aquisição pode ser usada para a elevação do preço de um portfólio com ações do Ibovespa. Assim, as duas hipóteses estabelecidas são validas o *Bitcoin* tanto tem função *hedge* ou diversificador contra ações do Ibovespa, como diferencia sua função de acordo com a frequência.

Isso representa a existência de um novo ativo que deve ser levada em consideração por parte dos investidores brasileiros, quando os mesmos estão a planejar suas estratégias de investimento. Na pratica, ao montar um portfólio com ações do Ibovespa, caso acrescente investimentos em *Bitcoin* nesse meio, em períodos de curto prazo, diário, ele proporciona uma proteção forte contra quedas nas ações do Ibovespa. Em períodos semanais sua função passa a ser de diversificador, seguindo uma relação positiva com Ibovespa, alta nas ações e seguida por uma alta no preço do *Bitcoin*.

Os resultados da pesquisa obtiveram semelhança, aos outros trabalhos citados, em todos o *Bitcoin* registrou algum tipo de interação com os mercados em estudo.

Assim, nossos resultados acrescentam mais informações aos das pesquisas anteriores, que mostram alguma capacidade de *hedge* e diversificador do *Bitcoin*.

O trabalho se limitou a analisar o mercado como um todo, com as variações de todas as ações brasileira. Existem índices no Brasil que medem apenas a variação de um número limitado de ações, como o IBrX 100, que contém o preço das cem ações mais negociada do Ibovespa, que pode mostrar uma alguma relação, devido à alta volatilidade. Futuros trabalhos podem ampliar essa pesquisa, a fim de encontrar as melhores maneiras de utilizar as moedas virtuais como investimento. Também seria interessante a análise com outros modelos que medem a correlação, como os modelos CCC (Correlação Condicional Constante) e DCC (Correlação Condicional Dinâmica). Enfim, os resultados desse estudo servem como motivação para possíveis pesquisas sobre o tema, fazendo modificações e ampliando os resultados.

REFERÊNCIAS

- ÁBACO, Líquido. **IBOV: Que Bicho é Este?!** 2017. Disponível em: <<https://abacusliquid.com/ibov/>>. Acesso em: 01 fev. 2019.
- ADVFN. **O que é Blockchain.** Disponível em: <<https://br.advfn.com/investimentos/criptomoedas/o-que-e-blockchain>>. Acesso em: 22 dez. 2018.
- ALEXANDER, Carol. **Modelos de Mercados: um guia para a análise de informações financeiras.** São Paulo: Saraiva, 2005.
- ALEXANDRE, A. - **Malta transforma projeto de lei Blockchain em lei, “confirmado Malta como a Ilha Blockchain”** – Disponível em: <<https://br.cointelegraph.com/news/malta-passes-blockchain-bills-into-law-confirming-malta-as-the-blockchain-island>> acessado em 03 de janeiro de 2019.
- ALMEIDA, P. B. - **O Futuro da Competição Monetária: O Comportamento da Moeda Bitcoin e o Seu Impacto Sobre Políticas de Bancos Centrais** - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.
- ALVARENGA, Darlan. **Bovespa ganhou mais de 110 mil novos investidores em 2018.** 2018. Disponível em: <<https://g1.globo.com/economia/noticia/2018/10/04/bovespa-ganhou-mais-de-110-mil-novos-investidores-em-2018.ghtml>>. Acesso em: 28 jan. 2019.
- AMARAL, O. S; FELIPE, N; CORREIA, P. C. - **Impactos Economicos da Criptomoeda Bitcoin** – 2º encontro anual de iniciação científica da UNESPAR, 2016.
- ANTONOPOULOS, A. M. - **Mastering Bitcoin** - O'Reilly Media, Inc - Gravenstein Highway North, 2014.
- BAUR, Dirk G.; LUCEY, Brian M. Is Gold a Hedge or a Safe Haven? An Analysis of Stocks, Bonds and Gold. **The Financial Review**, Dublin City University, Business School, p.217-229, nov. 2010.
- BITCOIN REGULATION. Disponível em: <<https://www.bitcoinregulation.world/Brazil>> acessado em 03 de janeiro de 2019.
- BOLLERSLEV, T. - **Generalized autoregressive conditional heteroscedasticity** - Journal of Econometrics, 1986.
- BOURI, E; GUPTA, R; TIWARI, A. K; ROUBAUD, D. - **Does Bitcoin Hedge Global Uncertainty? Evidence From Wavelet-based Quantile-in-quantile Regressions** – France, 2017.
- BOURI, E; MOLNÁR, P; AZZI, G; ROUBAUD, D; IVAR, L. - **In Bitcoin's Safe Hedge and Refuge Properties: Is It Really More Than A Diversifier?** - 2016.

BRIS, A. - **Blockchain: Esteja Preparado, a Revolução já Chegou** – Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/tecnologia/blockchain-esteja-preparado-a-revolucao-ja-chegou/>> Acessado em: 01 de setembro de 2018.

BUENO, R. L. S. **Econometria de Séries Temporais**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

CARMONA, C. U. M; AQUINO, J. T.; PAREDES, B. J. B.; TORRES, M. L. - **Teoria do Hedge: Recortes Teórico-empíricos Aplicados à Gestão do Risco com Derivativos** – Rio de Janeiro, 2014.

CARVALHO, L. O. P; BRITO, A. L. T; MOURA, M. B; CONCEIÇÃO, E. S; CASTRO, M. A. R. – **O Ouro Atua Como Hedge ou Valor Refúgio Diante de Desvalorizações da BM&FBovespa?** – Rio de Janeiro, 2017.

CASTRO, A. - **VIX – O Termômetro do Medo** – Disponível em: <<https://br.investing.com/analysis/vix-%E2%80%93-o-term%C3%B4metro-do-medo-385019>> acessado em 28 de agosto de 2018.

CIRIACO, D. - **O que é P2P?** - Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/torrent/192-o-que-e-p2p-.htm>> acessado em 28 de agosto de 2018.

COINMAP. Disponível em: <<https://coinmap.org/#/world/1.93322683/15.11718750/2>> Acessado em 30 de agosto de 2018.

COINMARKETCAP. -**Todas as Criptomoedas** - Disponível em <<https://coinmarketcap.com/all/views/all/#BRL>> Acessado em: 01 setembro de 2018.

CRYPTOMONEY, Equipe. **Primeiro fundo de criptomoedas para o varejo no Brasil**. Disponível em: <<https://www.infomoney.com.br/mercados/bitcoin/noticia/7778730/primeiro-fundo-de-criptomoedas-para-o-varejo-no-brasil>>. Acesso em: 26 nov. 2018.

DAMASCENO, T. S. A; MOL, A. L. R; COSTA, L. F. L. G. - **Teoria do Portfólio: Um Estudo Sobre os Fatores que Influenciam a Escolha do Perfil de Investimento da FASERN** – Rio grande do Norte, 2015.

DYHRBERG, A. H. - **Bitcoin, gold and dollar - a GARCH volatility analysis** - Universidade College Dublin, República da Irlanda, 2016a.

DYHRBERG, A. H. - **Hedging Bitcoin Capabilities. Is it virtual gold?** - Faculdade de Economia da UCD, República da Irlanda, 2016b.

FERREIRA, D. - **Tipos de Spread – E como Calcular?** – Disponível em: <<http://economiasemsegredos.com/tipos-de-spread-e-como-calcular/>> acessado em 28 de agosto de 2018.

FURTADO, R - **Como Ocorrem os Ciclos Econômicos** – Disponível em: <<http://renatofurtado.com/wp/2016/04/12/como-ocorrem-os-ciclos-economicos/>> Mises Brasil, acessado em 28 de agosto de 2018.

Galvão, A. B. C; PORTUGAL, M. S; RIBEIRO, E. P. - **Volatilidade e Causalidade: Evidências para Mercado à Vista e Futuro de Índice de Ações no Brasil** - 1999.

GOEKING, W. - **Bolsa brasileira é a que mais sobe no mundo em 2018; veja ranking** - Disponível em: <<https://www.infomoney.com.br/onde->

investir/acoes/noticia/7368560/bolsa-brasileira-que-mais-sobe-mundo-2018-veja-ranking> acessado em 28 de agosto de 2018.

GOMES, F. C. - **Determinação da razão de hedge: um estudo sobre as teorias de hedging** – São Paulo, 1987.

GUJARATI, Damodar N.; POTER, Dawn C. - **Econometria Básica** - 5. ed. Porto São Paulo: Amgh Editora Ltda, 2011.

GURGEL; V. C. - **APLICAÇÃO DE TÉCNICAS WAVELETS EM ANÁLISE DE SÉRIES TEMPORAIS PARA DETECÇÃO DE CORRELAÇÕES** - Angicos-RN, 2013.

HAYEK, F. A. - **DESESTATIZAÇÃO DO DINHEIRO Uma análise da teoria e prática das moedas simultâneas** - 2ª Edição, Instituto Ludwig von Mises Brasil, São Paulo, 2011.

HONG, W. C; LE, M; WENDY, Y. W. - **Holding Bitcoin longer: The dynamic hedging abilities of Bitcoin** - Department of Economics, School of Business and Economics, Wilfrid Laurier University, Waterloo, ON, N2L 3C5, Canada, 2018.

JUNIOR, R. N. P; PAYÉS, M. A. M. – **Seleção de Carteiras de Investimento Segundo Harry Markowitz e William Sharpe** – Sorocaba-SP, 2016.

LAPORTA, T; GERBELLI, L. G. **No futuro, o mercado de criptomoedas e o financeiro serão um só, diz fundador do Mercado Bitcoin**. 2018. Disponível em: <<https://g1.globo.com/economia/noticia/2018/12/03/no-futuro-o-mercado-financeiro-e-o-de-criptomoedas-sera-um-so-diz-fundador-do-mercado-bitcoin.ghml>>. Acesso em: 23 jan. 2019.

MARKOWITZ, H.M. - **Portfolio Selection Journal of Finance** - v.07, p.77-91, mar. 1952.

NAKAMOTO, S. - **Bitcoin: a Peer-to-Peer Electronic Cash System** - 2008.

OLIVEIRA, R. - **Bitcoin – O que é? Como Funciona? Como Obter?** - Disponível em: <<https://www.conselhosfinanceiros.com/bitcoin-o-que-e-como-funciona/>> Acessado em: 01 de setembro de 2018.

PISA, P. - **O que é Hash?** – Disponível em: <<https://www.techtudo.com.br/artigos/noticia/2012/07/o-que-e-hash.html>> acessado em 28 de agosto de 2018.

REUTERS - **Número de fundos de investimento em criptomoedas aumenta com volatilidade do bitcoin** – Disponível em: <<https://g1.globo.com/economia/noticia/numero-de-fundos-de-investimento-em-criptomoedas-aumenta-com-volatilidade-do-bitcoin.ghml>> Acessado em: 03 de janeiro de 2019.

RICO.COM.VC. **Ibovespa: O Que é e Como Funciona [Guia Iniciante]**. 2018. Disponível em: <<https://blog.rico.com.vc/ibovespa>>. Acesso em: 01 fev. 2019.

ROCHA, L. - **Entrevista Com os Dois Responsáveis Pela Primeira Compra Com Bitcoin** – Disponível em: <<https://www.criptomoedasfacil.com/entrevista-com-os-dois-responsaveis-pela-primeira-compra-com-bitcoin/>> Acessado em: 01 de setembro de 2018.

ROCKWELL, L. - **O Que é Economia Austríaca?** – Disponível em: <<https://www.mises.org.br/Article.aspx?id=35>> Mises Brasil, acessado em 28 de agosto de 2018.

ROMAGNOLO, C. A. - **O que é Criptografia?** – Disponível em: <https://www.oficinadanet.com.br/artigo/443/o_que_e_criptografia> acessado em 28 de agosto de 2018.

ROQUETTE, Luis. **Bitcoin e regulamentação pelo mundo. Uma análise completa sobre o futuro da moeda.** 2018. Disponível em: <<https://oinvestidormoderno.com.br/bitcoin-e-regulamentacao-uma-analise-completa/>>. Acesso em: 10 dez. 2018.

SÁ, Victor. **Histórico das Principais Quedas do Bitcoin.** 2018. Disponível em: <<https://portaldobitcoin.com/historico-das-principais-quedas-do-bitcoin/>>. Acesso em: 09 fev. 2019.

SCHIAVON, Guto. **Como ocorre a oscilação do Bitcoin?** 2016. Disponível em: <<https://foxbit.com.br/blog/como-ocorre-oscilacao-do-bitcoin/>>. Acesso em: 10 dez. 2018.

SILVA NETO, L. de A. Derivativos: definições, empregos e risco. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

SILVA, A. M. C; ZAFANELI, P. H. F; VIEIRA, W. S; ROCHA, D. T. - **HEDGE FINANCEIRO PARA OPERAÇÕES EM DÓLAR AMERICANO** - Santa Cruz do Sul, 2013.

SILVA, Victor Hugo Reimann da. **Análise de instrumentos de hedge e aplicações em empresa agrícola.** 2012. 63 f. TCC (Graduação) - Curso de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

STELER, Fernando Wosniak; CERQUEIRA, Aurimar Harry. **Tudo o que você queria saber sobre blockchain e tinha receio de perguntar.** 2017. Disponível em: <<https://computerworld.com.br/2017/03/06/tudo-o-que-voce-queria-saber-sobre-blockchain-e-tinha-receio-de-perguntar/>>. Acesso em: 09 dez. 2018.

TIBÚRCIO SILVA, C. A.; CARVALHO, C. C. de; NUNES, D. M. S. - **O Que Move o Preço da Ação? Uma Abordagem sobre a Influência das Notícias no Mercado Acionário** - 2012.

TREVIZAN, Karina. **Que é a bolsa de valores e para que ela serve?** 2018. Disponível em: <<https://g1.globo.com/economia/educacao-financeira/noticia/2018/07/25/o-que-e-a-bolsa-de-valores-e-para-que-ela-serve.ghtml>>. Acesso em: 01 fev. 2019.

ULRICH, F. - **A Volatilidade do Bitcoin Tem Caído Ano Após Ano** - Disponível em: <<https://www.infomoney.com.br/blogs/cambio/moeda-na-era-digital/post/5670719/volatilidade-bitcoin-tem-caido-ano-apos-ano>> Acessado em 01 de setembro de 2018.

ULRICH, F. - **Bitcoin a Moeda na Era Digital** - Mises Brasil, São Paulo – SP, 1ª Edição, 2014.

VICTOR SÁ - **Maior Plataforma de Investimento do Reino Unido Oferecerá Bitcoin** - Disponível em: <<https://portaldobitcoin.com/maior-plataforma-de-investimento-do-reino-unido-oferecera-bitcoin/>> Acessado em: 09 de janeiro de 2019.

WAGNER RIGGS a - **2ª maior universidade dos EUA investe em fundo de criptomoedas de R\$ 1,5 bilhão** – Disponível em: < <https://portaldobitcoin.com/2a-maior-universidade-dos-eua-investe-em-fundo-de-criptomoedas-de-r-15-bilhao/> > Acessado em: 09 de janeiro de 2019.

WAGNER RIGGS b - **Maior Gestora de Ativos do Mundo Considera Investir em Bitcoin e Criptomoedas** – Disponível em: < <https://portaldobitcoin.com/maior-gestora-de-ativos-do-mundo-considera-investir-em-bitcoin-e-criptomoedas/> > Acessado em: 09 de janeiro de 2019.

WEBITCOIN. - **Brasil é 4º maior mercado de Bitcoin do mundo** - Disponível em: <<https://webitcoin.com.br/brasil-e-4o-maior-mercado-de-bitcoin-do-mundo/>> Acessado em 01 de setembro de 2018.