

BITCOIN X MERCADO DE AÇÕES: uma análise da variação dos índices das bolsas de valores tradicionais diante da maior alta histórica da criptomoeda

MARIANA ALVES MOTA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA (UFU)

LISIA DE MELO QUEIROZ

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA (UFU)

BITCOIN X MERCADO DE AÇÕES: uma análise da variação dos índices das bolsas de valores tradicionais diante da maior alta histórica da criptomoeda

1 INTRODUÇÃO

A sociedade tem passado por uma evolução tecnológica tão grande que a tendência de transações digitais e a compra de bens e serviços realizados apenas *online* têm aumentado cada vez mais, e uma das formas encontradas como tentativa de desenvolver uma sociedade sem dinheiro em espécie é o desenvolvimento das criptomoedas, ou moedas digitais (Fabris, 2019). Desde seu início em 2008, o Bitcoin tem se destacado entre as criptomoedas, tendo, atualmente, a sua capitalização de mercado estimada em mais de meio trilhão de reais, muito a frente da segunda criptomoeda mais utilizada, Ethereum, cuja capitalização é de um pouco mais de 74 bilhões de reais (CoinMarketCap, 2019b; CoinMarketCap, 2019d). Dentre as várias altas e baixas do preço do Bitcoin e um crescimento astronômico em poucos anos, uma data histórica foi o dia 17 de dezembro de 2017, em que a criptomoeda teve uma alta que chegou a passar a marca de US\$ 20 mil, que até o presente momento não foi repetida (CoinMarketCap, 2019c).

Embora o mercado de criptomoedas esteja cada vez mais chamando a atenção do público em geral e dos investidores, o mercado de ações tradicional continua sendo o mais popular, inclusive pelo fato que ele surgiu no século 17, tendo bastante tempo para se estabelecer (Baumöhl, 2019; Stringham, 2015). O mercado de ações tradicional é muito popular em grandes economias, tanto que todos os membros do G7 e BRICS, grupos econômicos de destaque, responsáveis por 40% e 23% do PIB global, respectivamente, possuem as suas próprias bolsas de valores para transacionar seus ativos (BRICS Brasil, 2019; G7 France, 2019).

Levando em consideração esse contexto, a pergunta direcionadora desta pesquisa é: o evento da maior alta histórica do preço do Bitcoin se relaciona com a variação dos índices das bolsas de valores tradicionais? Esta pesquisa teve por objetivo geral identificar a existência, ou não, de correlação entre a variação do preço do Bitcoin e os índices das bolsas de valores tradicionais diante da maior alta histórica da criptomoeda. Para atingir tal objetivo, foram coletados os dados históricos do preço do Bitcoin e dos índices de maior destaque das bolsas de valores dos países do G7 e do BRICS e realizados alguns testes estatísticos para identificar, por fim, o nível de interação do mercado de criptomoedas com o mercado tradicional de ações.

Esta pesquisa se justifica pelo fato de que ainda existem poucos estudos que analisam o comportamento do mercado de criptomoedas em relação a outras partes da economia. Essa informação se mostra relevante porque, comprovada a inexistência de correlação entre os dois mercados, investidores podem levar esta informação em consideração ao diversificar sua carteira de investimentos. Além disso, servem para economistas, que buscam entender como esse novo recurso pode influenciar a economia de um país. À academia, estudos nesta área vêm preencher a lacuna existente nesta nova forma de transacionar recursos para o seu entendimento e comportamento.

Quanto à estrutura, além desta introdução que apresenta a contextualização do tema junto com os objetivos e justificativa do trabalho, a pesquisa possui mais quatro partes: referencial teórico, que possui um embasamento de todos os temas para a pesquisa; metodologia, que expõem os métodos utilizados para análise e interpretação dos dados; resultados, em que se apresenta os coeficientes de correlação, além da discussão com os estudos correlatos; e considerações finais, que consiste em uma análise final dos resultados respondendo a pergunta orientadora do trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção apresenta-se a base teórica que sustenta a realização da pesquisa, a qual está estruturada do seguinte modo: a) Bitcoin: surgimento e características; b) os países do G7 e do BRICS e suas bolsas de valores e índices de desempenho; e, c) estudos correlatos.

2.1 Bitcoin: Surgimento e Características

Com o avanço da tecnologia e o processo de globalização, o desejo por um sistema financeiro mais liberal e descentralizado já é algo discutido há muito tempo, sendo que muitas vezes uma moeda digital comum é vista como a melhor alternativa para solucionar essa questão (Fabris, 2019). May (1988), em seu manifesto a favor do criptoanarquismo há mais de três décadas, afirmava que a tecnologia poderia ser a fonte de uma revolução social e econômica que proporcionaria a seus usuários mais privacidade e menos interferência do governo, permitindo que as transações financeiras fossem feitas com maior segurança e facilidade – ideia que continuou a ser defendida por muitos outros que se autodenominam *cypherpunks*, ativistas que desafiam o controle governamental por promoverem a liberdade digital (Hutten, 2019). A crise financeira mundial precedeu o surgimento das primeiras moedas digitais, ou criptomoedas, que tinham por objetivo possibilitar que seus usuários pudessem evitar as consequências de um evento como tal (Fabris, 2019). A primeira e, até então, maior criptomoeda que existe é o Bitcoin.

O Bitcoin foi apresentado ao mundo por um programador, ou grupo de programadores, desconhecido que responde pelo pseudônimo Satoshi Nakamoto (Satoshi Nakamoto Institute, 201-). Nakamoto (2008), em seu documento original de apresentação do Bitcoin, afirmou que um sistema de pagamento baseado em criptografia permitiria que as transações fossem feitas de modo mais seguro do que pelo sistema atual que, por ser baseado em confiança e necessitar da interferência de terceiros, está mais suscetível a fraude. Por funcionar em uma rede descentralizada (*peer-to-peer*, ou ponto-a-ponto) e de código aberto, o Bitcoin é uma moeda digital que possui um grande potencial de promover o desenvolvimento dos sistemas de pagamento, comunicação e negócios (Brito & Castillo, 2013).

O Bitcoin é considerado como uma moeda porque “tem as características de dinheiro (durabilidade, portabilidade, fungibilidade, a escassez, a divisibilidade e o reconhecimento)”, mas, por ser uma tecnologia recente, ainda está passando por um processo de regulação em várias jurisdições (Bitcoin, 201-c). A unidade de conta do Bitcoin é conhecida como bitcoin (BTC) e 1 bitcoin é divisível em 1.000.000 bits (Bitcoin, 201-a). O livro de registro de contabilidade do Bitcoin, conhecido como *blockchain*, é apresentado em ordem cronológica e é de livre acesso para todos os usuários, sendo fortemente protegido por criptografia para garantir que nenhuma transação seja cancelada ou alterada depois que emitida e impedir duplos gastos (Bitcoin, 201-a; Bitcoin; 201-b).

As transações de bitcoins são realizadas por meio de um processo conhecido como mineração, quando um novo conjunto de transações (*block*) é adicionado à *blockchain* por meio da resolução de *puzzles*, ou quebra-cabeças, criptográficos, que são problemas matemáticos que exigem da capacidade de processamento de computadores para serem resolvidos, gerando provas de trabalho (*proofs of work*, ou PoWs) que previnem a alteração de transações anteriores e mantêm a integridade do sistema (Bitcoin, 201-a; Kwon et al., 2017). A remuneração para aqueles que se dispõem a realizar o serviço é feita por meio de comissões de transação pagas pelos usuários para o processamento mais rápido das transações e, além disso, novos bitcoins que são emitidos de acordo com uma fórmula fixa existente internamente que varia de forma decrescente e esperada (o número é reduzido pela metade a cada ano); sendo que o número máximo de bitcoin a serem minerados não ultrapassará 21 milhões, dos quais, até o momento presente, já são mais de 17,8 milhões em circulação

(Bitcoin, 201-c; Blockchain, 2019). Conforme Brito e Castillo (2013, p. 7, tradução nossa), o “Bitcoin foi projetado para imitar a extração de ouro ou outros metais preciosos da terra – apenas um número limitado, conhecido de bitcoins poderá ser minerado”.

Ao considerar a utilização do Bitcoin, é de grande importância que o usuário compare as suas vantagens e desvantagens. Como benefícios, pode-se citar a facilidade e agilidade para realizar transações a qualquer momento e para qualquer pessoa em todo mundo, a inexistência de taxas ou, pelo menos, taxas muito pequenas nas transações, diminuição de riscos tanto para comerciantes como para consumidores (por evitar fraudes, estornos e cobranças indesejadas), e o aumento da transparência e neutralidade, já que as transações não são interferidas por outros (Bitcoin 201-c). Já como desafios, deve-se considerar o ainda baixo grau de aceitação por parte das pessoas, a grande volatilidade dos preços do mercado de criptomoedas, funcionalidades incompletas do *software* que ainda está em desenvolvimento, a retirada de circulação dos bitcoins que são perdidos (já que não há como recuperar a chave privada da carteira devido à forte criptografia) e a utilização dessa moeda digital para lavar dinheiro e pagar por bens e serviços ilegais (Bitcoin, 201-c; Brito & Castillo, 2013).

“O sucesso do Bitcoin levou ao surgimento de muitas moedas virtuais alternativas (*altcoins*) [...] [que] dependem da mesma ou semelhante tecnologia de *blockchain* que o Bitcoin, e objetivam complementar ou melhorar certas características do Bitcoin” (Ciaian et al., 2018, p. 174). Nguyen et al. (2019) afirmam que, o Bitcoin é a maior criptomoeda em relação à capitalização do mercado, mais é vulnerável à competição potencial pela introdução de novas *altcoins*”. Segundo os dados disponibilizados pelo CoinMarketCap (2019a), já existem mais de 2,2 mil *altcoins*, sendo que as três de maior destaque são: Ethereum, XRP e Litecoin. Por ter seu “preço [...] determinado pela lei da oferta e da demanda”, o Bitcoin passa a valer mais quando mais pessoas têm interesse em adquiri-lo (Bitcoin, 201-c).

No Brasil, o Bitcoin e outras criptomoedas passaram a ser oficialmente reconhecidos como bens pelo Banco Central no dia 26 de agosto de 2019 e, portanto, passam a fazer parte das estatísticas de exportação e importação, afetando a balança comercial do país (Banco Central do Brasil, 2019). Devido à falta de regulação específica no país, existe grande preocupação quanto ao uso das criptomoedas para atividades ilegais, como operações de lavagem de dinheiro, evasão fiscal e fraude, o que tem se tornado cada vez mais relevantes entre os entes reguladores (Mello et al., 2019). A discussão jurídica é tão recente que a primeira regulação específica para criptomoedas existente no Brasil é a Instrução Normativa nº 1.888, de 03/05/2019, que passou a ter efeito em 1º/08/2019, a qual “institui e disciplina a obrigatoriedade de prestação de informações relativas às operações realizadas com criptoativos à Secretaria Especial da Receita Federal do Brasil (RFB)” (Brasil, 2019, p. 14). Dentre alguns projetos de lei que estão em processo no país, o Projeto de Lei nº 2.060, de 2019, se aprovado, aumentará a pena para crimes relacionados ao uso ilegal de criptomoedas, com a justificativa de que irá “fomentar a hígidez e transparência do Sistema Financeiro Nacional e ao mesmo tempo às necessidades da economia e aos anseios da população” (Ribeiro, 2019, p. 4). Assim, nota-se o esforço do setor jurídico brasileiro em tornar a utilização das criptomoedas mais regulamentada, visando evitar o mau uso das mesmas.

2.2 Os Países do G7 e do BRICS e suas Bolsas de Valores e Índices de Desempenho

O grupo formado pelas maiores economias desenvolvidas do mundo é conhecido como G7 (ou grupo dos 7) e, desde 1975, conforme o relatório da Situação Econômica Mundial e Perspectivas, é constituído pelos seguintes países: Alemanha, Canadá, França, Itália, Estados Unidos, Japão e Reino Unido, que se reúnem para discutir questões econômicas e financeiras (United Nations, 2019; International Monetary Fund, 2019). O grupo formado pelos maiores países emergentes é conhecido como BRICS, sigla formada pelas iniciais (em inglês) de cada um dos seus constituintes: Brasil, Rússia, Índia, China e

África do Sul (BRICS Brasil, 2019). O BRICS é, na verdade, um grupo informal que, por iniciativa da Rússia, iniciou-se em 2006, seguindo a ideia cunhada pelo banco de investimentos Goldman Sachs em 2001 (BRICS Information Portal, 2015; O'NEILL, 2001).

Por vezes, o BRICS e o G7 são vistos como competidores, porém esses dois grupos apresentam diversas similaridades em suas prioridades, o que pode ser usado para fortalecer os esforços de atingir objetivos comuns (Hou, 2018). Hou (2018) afirma que o BRICS já se mostra extremamente relevante na questão da governança global, podendo ser de ótima contribuição para o desenvolvimento sustentável e apoio às prioridades comuns ao G7, como: livre comércio, empoderamento feminino e desenvolvimento do continente africano; apoio que pode ser atingido com parcerias e diálogo entre as nações.

Outro aspecto em comum entre os países do G7 e do BRICS é a existência do mercado de ações em cada um deles, o que, segundo Kumar (2014), “é uma parte importante da economia de um país.” Em seu surgimento no século 17, em Amsterdã, o mercado de ações, ou bolsa de valores, não foi uma ferramenta criada pelos governos, mas surgiu de forma espontânea pela ordem de mercado, sendo que suas regras e regulamentos também surgiram e se adaptaram conforme a necessidade do mercado em que se instalava (Stringham, 2015). Para facilitar a tomada de decisão dos investidores, existem os índices que ponderam os resultados de um grupo de ações de uma determinada bolsa para fornecer um parâmetro para avaliação de performance do mercado, cujas características de seleção e cálculo são definidas em seu próprio regulamento (Comissão de Valores Mobiliários, 2014).

Os países do G7 e do BRICS, dado que todos possuem bolsas de valores próprias, possuem índices que se destacam entre os investidores. Segundo a *Börse Frankfurt* (2019), o índice que mais importa da Alemanha é o DAX. Para o TMXmoney (2019), o índice S&P/TSX Composite é o que mais se destaca no Canadá. Nas palavras da Nasdaq (2019, tradução nossa), “muitos investidores vêem [o índice S&P 500] como uma visão mais completa do que está acontecendo, em geral, no mercado dos Estados Unidos.” De acordo com a Euronext (2019), o CAC 40 é índice mais utilizado na França. Segundo a *Borsa Italiana* (2019), assim como é conhecida na Itália, o FTSE MIB é o índice referência na Itália. Conforme o *Japan Exchange Group* (2019), o Nikkei 225 é o índice com maior destaque internacional do Japão. De acordo com o *London Stock Exchange Group* (2019), o FTSE 100 é visto como o índice de referência mundial do Reino Unido. Para a B3 (201-), “o Ibovespa é o principal indicador de desempenho das ações negociadas” na bolsa de valores do Brasil. Segundo a *Moscow Exchange* (2019), o índice de referência da Rússia é o MOEX Russia. Conforme a BSE (2019), o BSE SENSEX é o índice mais utilizado da Índia. Para a *Shanghai Stock Exchange* (2019), o índice mais popular da China é o SSE Composite (ou Shanghai Composite). Segundo a *Johannesburg Stock Exchange* (2019), o FTSE/JSE Top 40 é o maior índice de referência da África do Sul.

2.3 Estudos Correlatos

Zhang et al. (2018), em sua pesquisa, tiveram por objetivo testar a eficiência de outras formas de criptomoeda além do Bitcoin, o que ainda permanecia inexplorado. Além disso, os autores puderam construir o *Cryptocurrency Composite Index* (CCI) que nada mais é que um índice para criptomoedas, possibilitando que este fosse comparado com o índice *Dow Jones Industrial Average* (DJIA) e, assim, calculada a correlação dessas duas variáveis. Para a execução da pesquisa, foram coletados os dados históricos do DJIA e das criptomoedas Bitcoin, Ripple, Ethereum, NEM, Stellar, Litecoin, Dash, Monero e Verge, sendo que o período estudado foi de 28 de abril de 2013 (data mais antiga disponível de todas as criptomoedas) a 4 de janeiro de 2018. Como metodologia, foi utilizada uma série de testes de eficiência e também foi realizada uma análise da correlação. Como resultado, encontrou-se

que o mercado de criptomoedas (de todas as nove criptomoedas testadas) é ineficiente e que o CCI e o DJIA possuem correlação cruzada de modo persistente no período testado.

Al-Yahyaee, Mensi e Yoon (2018) buscaram analisar a eficiência do mercado de Bitcoin comparado aos mercados de ouro, ações e câmbio em sua pesquisa. Os dados históricos coletados abrangem o período de 18 de julho de 2010 a 31 de outubro de 2011, sendo considerados os valores diários de cada uma dessas variáveis. Por meio de um teste de eficiência, os autores chegaram à conclusão de que existem evidências de multifractalidade e memória de longo-prazo em todos os mercados analisados, mas que o mercado de Bitcoin é o mais ineficiente de todos e o mercado de ações considerado como o menos ineficiente.

Nguyen et al. (2019), em sua pesquisa, buscaram estender o conhecimento da academia em relação ao comportamento dos investidores do mercado de ações em relação ao mercado de criptomoedas e analisar como criptomoedas alternativas (as *altcoins*) bem desenvolvidas podem apresentar um risco para o Bitcoin em questão de ser substituído. Foram utilizados dados históricos de um total de 62 criptomoedas (Bitcoin e *altcoins*) do período de 28 de abril de 2013 a 15 de agosto de 2018. Por meio do cálculo de estimativas, os autores chegaram ao resultado de que a introdução de novas criptomoedas afeta o retorno do Bitcoin de modo significativo e negativo, o que sugere que investidores diminuam seus investimentos em Bitcoin na expectativa dessas novas *altcoins* com recursos aprimorados.

Baumöhl (2019), em sua pesquisa, teve como objetivo encontrar argumentos que mostrem aos investidores se é adequado diversificar seus investimentos com câmbio e/ou criptomoedas. Através da utilização de métodos de correlação e média móvel, o autor analisou os dados de seis moedas estrangeiras (Euro, Iene, Libra Esterlina, Franco Suíço, Dólar Canadense e Yuan Chinês) e de seis criptomoedas (Bitcoin, Ether, Ripple, Litecoin, Stellar Lumens, and NEM) coletados de 1 de setembro de 2015 a 29 de dezembro de 2017. Concluiu-se que a correlação é de praticamente zero entre as criptomoedas e as moedas de câmbio e que as tendências de retorno dos dois grupos não são dependentes, o que pode servir como base de escolha das criptomoedas como um meio de diversificação dos investimentos.

Kristjanpoller e Bouri (2019) buscaram identificar o nível de correlação entre as principais moedas mundiais e as principais criptomoedas, o que fornece mais argumentos para a discussão sobre o comportamento das criptomoedas e sua semelhança com as moedas convencionais. O estudo abrange o período de 2 de junho de 2014 a 28 de fevereiro de 2018 e consideram cinco moedas convencionais (Franco Suíço, Euro, Libra Esterlina, Iene e Dólar Australiano) e cinco criptomoedas (Bitcoin, Litecoin, Ripple, Monero e Dash). Através de um método de análise de correlação, os autores chegaram à conclusão de que as criptomoedas apresentam comportamento multifractal quando comparadas com as moedas convencionais e o comportamento de correlação cruzada diminui conforme se aumenta a flutuação.

Nota-se que as pesquisas acima citadas têm como ponto em comum a comparação do comportamento do Bitcoin com outras variáveis. Assim, inspirada pelos estudos correlatos encontrados, a presente pesquisa buscou identificar a existência, ou não, de correlação entre a flutuação do valor do Bitcoin e os valores dos índices das bolsas de valores do G7 e BRICS.

3 METODOLOGIA

Nesta seção apresenta-se os procedimentos metodológicos utilizados na realização da pesquisa, a qual está estruturada do seguinte modo: a) classificação da pesquisa; e, b) procedimentos de análise. A segunda parte da seção, procedimentos de análise, está dividida em três subtópicos: a) testes de correlação; b) testes de normalidade; e, c) verificação da existência de relação linear entre os dados.

3.1 Classificação da Pesquisa

Em relação à sua natureza, este trabalho se classifica como uma pesquisa básica; quanto aos seus objetivos, a presente pesquisa se classifica como descritiva; em relação à abordagem do problema, pode-se classificar a pesquisa como quantitativa; por fim, em relação aos procedimentos técnicos, a pesquisa se classifica como *expost-facto*, conforme Silva & Menezes, 2005.

3.2 Procedimentos de Análise

Como o Bitcoin passou vários anos em crescimento lento desde a sua criação em 2008, decidiu-se que seria mais relevante analisar uma época em que a criptomoeda teve uma flutuação mais considerável. Considerando o histórico da criptomoeda, nota-se que o período de um ano antes e depois do evento da máxima do preço do Bitcoin em 17 de dezembro de 2017 foi um período de grande oscilação de preço, com uma alta muito súbita, seguida por uma queda drástica. Desse modo, os dados históricos coletados para análise abrangem o período de 17 de dezembro de 2016 a 17 de dezembro de 2018. Os valores dos índices das bolsas dos países do G7 e do BRICS foram retirados do site *investing.com* e cada um foi mantido na moeda nacional de cada país. Os índices utilizados na pesquisa foram: DAX (Alemanha), S&P/TSX Composite (Canadá), S&P 500 (Estados Unidos), CAC 40 (França), FTSE MIB (Itália), Nikkei 225 (Japão), FTSE 100 (Reino Unido), Ibovespa (Brasil), MOEX Russia (Rússia), BSE SENSEX (Índia), Shanghai Composite (China) e FTSE/JSE Top 40 (África do Sul). Os dados referentes ao Bitcoin foram retirados do site *coinmarketcap.com*, os quais estão cotados em dólar americano. Como as bolsas de valores não funcionam os finais de semana e também estão fechadas em feriados nacionais, os valores diários do Bitcoin incluídos nos cálculos de correlação são aqueles que coincidem com as datas de cada índice em questão. Foi feita uma análise de correlação entre os índices das bolsas de valores e os valores do Bitcoin em algumas frações de tempo: um ano, nove meses, seis meses, três meses, um mês e uma semana antes e depois do evento.

O programa escolhido para a execução das técnicas estatísticas foi o SPSS, que é a plataforma de análise estatística avançada de maior proeminência no mundo atualmente (IBM, 201-?). Tal plataforma permite a realização de diversos métodos estatísticos, inclusive os testes de normalidade, verificação da relação linear (ou não) dos dados através de gráfico e, de fato, os testes de correlação.

3.2.1 Testes de Correlação

Segundo Triola (2008, p. 411), correlação é “um termo comumente usado no contexto de uma relação entre duas variáveis”, sendo que esta de fato existe, quando se percebe que as duas variáveis estão relacionadas de algum modo. Para a escolha do tipo de correlação a ser utilizada para a análise dos dados, são realizados cálculos para verificar se os dados são considerados paramétricos ou não.

No caso da correlação linear de Pearson, que é paramétrica, os requisitos que os dados precisam atender são: existência de uma correlação linear, coleta de dados intervalares, amostragem casual (quando necessário a utilização de amostra) e variáveis com distribuição normal (Levin, 1987). Segundo Tiboni (2010), o coeficiente de correlação representa a intensidade da correlação de Pearson, sendo que o valor 0 representa a inexistência de correlação; - 1 representa uma correlação negativa e perfeita; e, +1 representa uma correlação positiva e perfeita entre as variáveis. Ainda conforme Tiboni (2010), esses valores de -1 e +1 são pontos de referência e não ocorrem nas relações estatísticas porque isso representaria um nível de perfeição na relação das variáveis, o que não acontece na prática. Há níveis, onde o coeficiente apresenta uma correlação inexistente a muito fraca (quando $0 < |r| < 0,3$), muito fraca a média (quando $0,3 \leq |r| < 0,6$) ou de média para forte (quando $0,6 \leq |r| \leq 1$).

Segundo Triola (2008, p. 413), a fórmula para a correlação linear de Pearson é:

$$r = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \sqrt{n(\sum y^2) - (\sum y)^2}}$$

Em que:

n = representa o número de pares de dados presentes;

\sum = representa a soma dos itens indicados;

$\sum x$ = denota a soma de todos os valores de x ;

$\sum x^2$ = indica que cada valor de x deve ser elevado ao quadrado e, então, somados esses quadrados;

$(\sum x)^2$ = indica que os valores de x devem ser somados e o total, então, elevado ao quadrado. É extremamente importante evitar-se confusão entre $\sum x^2$ e $(\sum x)^2$;

$\sum xy$ = indica que cada valor de x deve ser multiplicado por seu valor correspondente de y . Depois de obtidos todos esses produtos, calcule sua soma;

r = representa o coeficiente de correlação linear para uma amostra;

ρ = letra grega rô, usada para representar o coeficiente de correlação linear para uma população.

No caso da presente pesquisa, os critérios para a realização de Pearson referentes à dados intervalares são atendidos porque foram coletados no intervalo de dias. O critério de amostragem casual não se aplica porque os cálculos foram realizados com toda a população. Porém, a realização dos testes de normalidade e a verificação da existência ou não da correlação linear são de grande importância e, se não atendidos, o método de análise deve ser trocado por um teste não-paramétrico. O mais comumente utilizados como alternativa ao teste de Pearson é o coeficiente de correlação de postos de Spearman, em que as variáveis são organizadas de modo ordinal, ou em postos (Levin et al., 2012).

A fórmula para a correlação de Spearman, segundo Levin, Fox e Forde (2012) é:

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum D^2}{N(N^2 - 1)}$$

Em que:

r_s = coeficiente de correlação de postos;

D = diferença no posto entre as variáveis X e Y;

N = número total de casos.

3.2.2 Testes de Normalidade

Para descobrir se o conjunto de dados observados derivam de uma distribuição normal foram utilizados, nesta pesquisa, os testes de Kolmogorov-Smirnov e de Shapiro-Wilk.

O teste de Kolmogorov-Smirnov “é um teste de aderência que compara a distribuição de frequência acumulada de um conjunto de valores observados da amostra com uma distribuição esperada ou teórica” (Fávero et al., 2009, p. 112). Segundo Fávero et al. (2009), para a realização do teste, é necessário que a média e o desvio padrão da população sejam conhecidos. A estatística do teste, segundo Fávero et al. (2009), é:

$$D_{cal} = \max\{|F_{esp}(X_i) - F_{obs}(X_i)|; |F_{esp}(X_i) - F_{obs}(X_{i-1})|\}, \text{ para } i = 1, \dots, n$$

Em que:

$F_{esp}(X_i)$ = frequência relativa acumulada esperada na categoria i ;

$F_{obs}(X_i)$ = frequência relativa acumulada observada na categoria i ;

$F_{obs}(X_{i-1})$ = frequência relativa acumulada observada na categoria $i - 1$.

Já o teste de Shapiro-Wilk, que também testa a normalidade da distribuição em questão, é considerado uma opção mais apropriada do que o teste de Kolmogorov-Smirnov para amostras com menos de 30 itens (Fávero et al., 2009).

A estatística do teste, segundo Fávero et al. (2009), é:

$$W_{cal} = \frac{b^2}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})}, \text{ para } i = 1, \dots, n$$

e

$$b = \sum_{i=1}^{N/2} a_{n-i+1} \cdot (X_{n-i+1} - X_i)$$

Em que:

X_i = valores da variável X dispostos em ordem crescente ($X_1 \leq X_2 \leq \dots \leq X_n$);

\bar{X} = média de X ;

a_i = constantes geradas a partir da média, variância e covariância de n ordens com a distribuição normal reduzida $N(0,1)$.

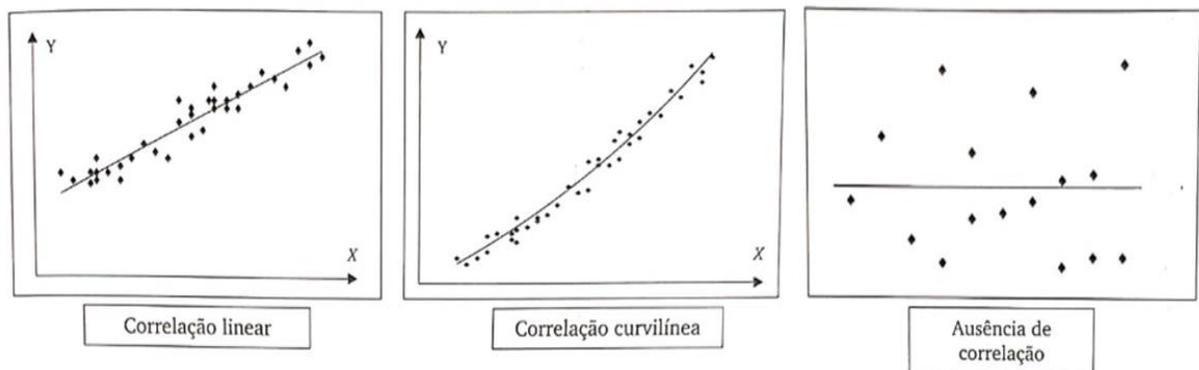
Tanto no teste de Kolmogorov-Smirnov como no teste de Shapiro-Wilk, considera-se que os dados atendem aos requisitos de normalidade quando o teste resulta em uma significância maior do que 0,05 (Fávero et al., 2009). Assim, se o resultado for maior que 5% considera-se que há normalidade entre os dados.

3.2.3 Verificação da Existência de Relação Linear Entre os Dados

“A maneira mais eficiente de mostrar a relação entre duas variáveis quantitativas é um diagrama [ou gráfico] de dispersão” (Moore, 2000, p. 71). Como se pode notar na Figura 1 abaixo, conforme os pontos se distribuem pelo gráfico, uma linha de tendência busca representar o sentido que eles estão seguindo, destacando assim uma tendência linear, curvilínea, ou mesmo ausência de tendência (Tiboni, 2010).

Segundo Tiboni (2010, p. 305), “para se definir se a correlação entre as variáveis corresponde a uma linha reta ou curva, podem-se utilizar modos qualitativos e quantitativos”, sendo que o modo qualitativo é marcado pela subjetividade do pesquisador em interpretar a forma geométrica (como se pode visualizar na Figura 1 abaixo) e o modo quantitativo estabelece uma relação numérica que irá medir o nível existente de correlação. No método qualitativo, é importante que o pesquisador se atente ao padrão geral do gráfico e ao que se revela a respeito da direção, forma e intensidade da relação estabelecida (Moore, 2000).

FIGURA 1 – Diagramas de dispersão.



Fonte: TIBONI (2010, p. 305)

4 RESULTADOS

Para a execução dos testes de correlação, foi necessário que antes se testasse a normalidade dos dados e a tendência da dispersão dos mesmos. Após a realização dos testes notou-se que, embora a grande maioria dos dados tenha passado o teste de normalidade

(apenas cinco ocorrências de populações em distribuição não-normal em um total de 156 testes), os gráficos de dispersão apresentam, por meio da avaliação qualitativa, a tendência de correlação curvilínea ou até mesmo de ausência de correlação entre os dados. Portanto, o método mais adequado para a realização da análise dos dados é o teste de correlação de postos de Spearman. A seguir, na Tabela 1, apresentam-se os resultados simplificados dos testes de correlação entre o valor do Bitcoin e dos índices dos países do G7.

TABELA 1 – Coeficientes de correlação dos índices do G7 em relação ao BTC

PERÍODO	DAX	S&P TSX COMP.	S&P 500	CAC 40	FTSE MIB	NIKKEI 225	FTSE 100
1 ano antes	0,814	0,207	0,963	0,774	0,911	0,807	0,631
1 ano depois	0,694	0,236	-0,155	0,452	0,796	0,230	0,390
9 meses antes	0,604	0,085	0,935	0,514	0,852	0,758	0,332
9 meses depois	0,458	-0,255	-0,349	0,106	0,631	0,214	-0,026
6 meses antes	0,651	0,724	0,849	0,637	0,703	0,624	0,232
6 meses depois	0,406	0,397	0,224	0,089	0,140	0,402	0,138
3 meses antes	0,670	0,849	0,973	0,452	-0,235	0,921	0,016
3 meses depois	0,595	0,717	-0,028	0,565	-0,104	0,542	0,670
1 mês antes	0,412	0,091	0,877	0,357	0,399	0,558	0,157
1 mês depois	0,000	-0,355	-0,597	-0,427	-0,523	-0,549	-0,683
1 sem. antes	0,000	-0,300	0,700	-0,300	-0,100	-0,200	0,200
1 sem. depois	0,700	-0,900	0,200	0,500	0,700	-0,100	-0,600

Fonte: Resultados da pesquisa

Conforme a Tabela 1 acima, pode-se notar que os resultados dos testes de correlação dos países membros do G7 são inconsistentes, ou seja, divergem entre si. Ao mesmo tempo em que existem resultados em que a correlação positiva é muito forte, também existem resultados em que a correlação é negativa, ou mesmo ausente. Dos 84 testes realizados com o grupo G7, 54,76% indicam uma correlação positiva forte ou média, 13,10% indicam uma correlação negativa forte ou média e 32,14% indicam uma correlação fraca ou mesmo muito próxima de inexistente. É digno de nota que nos períodos mais abrangentes (entenda-se os períodos de 1 ano, 9 meses e 6 meses) existe uma frequência maior de coeficientes de correlação positivos fortes, enquanto nos períodos menos abrangentes (de 3 meses, 1 mês e 1 semana) essa frequência diminui, dando lugar a coeficientes negativos médios e até mesmo fortes. Na Tabela 2 abaixo, pode-se notar a relação de proporção dos níveis de correlação de cada índice de modo individual.

TABELA 2 – Proporção dos coeficientes de correlação do G7 por índice

PROPORÇÃO	DAX	S&P TSX COMP.	S&P 500	CAC 40	FTSE MIB	NIKKEI 225	FTSE 100
forte positiva	50,00%	25,00%	50,00%	16,67%	50,00%	33,33%	16,67%
média positiva	33,33%	8,33%	0,00%	50,00%	8,33%	25,00%	16,67%
fraca	16,67%	41,67%	33,33%	16,67%	33,33%	33,33%	50,00%
média negativa	0,00%	16,67%	16,67%	16,67%	8,33%	8,33%	0,00%
forte negativa	0,00%	8,33%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	16,67%

Fonte: Resultados da pesquisa

Conforme a Tabela 2 acima, nota-se que os índices com maiores níveis de correlação forte positiva no grupo do G7 são: DAX, S&P 500 e FTSE MIB, cada um com 50% de ocorrência de um coeficiente igual ou maior a 0,600. Em compensação, os índices com maior ocorrência de coeficientes de correlação negativa forte são: S&P TSX Composite e FTSE 100, índices com as maiores porcentagens de correlação fracas ou muito próximas de zero.

Na Tabela 3 a seguir, têm-se o teste de correlação dos índices dos países membros do BRICS. É digno de nota que existem algumas semelhanças no comportamento dos coeficientes dos índices do BRICS em relação ao comportamento dos índices do G7.

TABELA 3 – Coeficientes de correlação dos índices do BRICS em relação ao BTC

PERÍODO	IBOVESPA	MOEX RUSSIA	BSE SENSEX	SHANGHAI COMP.	FTSE-JSE TOP 40
1 ano antes	0,691	-0,142	0,942	0,706	0,856
1 ano depois	-0,009	-0,537	-0,450	0,871	0,683
9 meses antes	0,714	0,600	0,889	0,723	0,878
9 meses depois	0,522	-0,245	-0,566	0,822	0,463
6 meses antes	0,627	0,864	0,706	0,667	0,907
6 meses depois	0,011	-0,149	-0,112	0,653	0,619
3 meses antes	-0,651	0,694	0,733	-0,329	0,622
3 meses depois	-0,671	-0,464	-0,061	0,148	0,443
1 mês antes	-0,586	-0,231	-0,487	-0,917	-0,900
1 mês depois	-0,731	-0,514	-0,649	-0,623	-0,693
1 sem. antes	0,000	0,300	0,700	-0,700	-0,300
1 sem. depois	-0,900	0,900	-0,600	-0,800	-0,900

Fonte: Resultados da pesquisa

Assim como os resultados do G7 na Tabela 1, nota-se que os resultados do BRICS registrados na Tabela 3, acima, também são bastante inconsistentes. Dos 60 testes realizados com o grupo, 46,67% indicam uma correlação positiva forte ou média, 36,67% indicam uma relação negativa forte ou média e 16,67% indicam correlação fraca ou inexistente. Do mesmo modo que os índices do G7, os índices do BRICS apresentam uma tendência de correlação mais positiva nos períodos mais abrangentes (de 1 ano, 9 meses e 6 meses) e de correlação mais negativa nos períodos mais curtos (de 3 meses, 1 mês e 1 semana).

Os índices dos países membros do BRICS apresentam coeficientes positivos e negativos de modo mais equilibrado do que os índices do G7, sendo que o único índice que não apresenta um coeficiente negativo forte é o MOEX Rússia, mas este ainda assim apresenta coeficientes negativos de intensidade média. A Tabela 4, a seguir, apresenta a relação de proporção dos níveis de correlação de cada índice de modo individual.

TABELA 4 – Proporção dos coeficientes de correlação do BRICS por índice

PROPORÇÃO	IBOVESPA	MOEX RUSSIA	BSE SENSEX	SHANGHAI COMP.	FTSE-JSE TOP 40
forte positiva	25,00%	33,33%	41,67%	50,00%	50,00%
média positiva	8,33%	8,33%	0,00%	0,00%	16,67%
fraca	25,00%	33,33%	16,67%	8,33%	0,00%
média negativa	8,33%	25,00%	25,00%	8,33%	8,33%
forte negativa	33,33%	0,00%	16,67%	33,33%	25,00%

Fonte: Resultados da pesquisa

De acordo com a Tabela 4 acima, pode-se perceber que todos os índices se destacam em proporção de coeficientes de correlação de forte intensidade, tanto para a correlação positiva como a negativa. Os índices com o maior número de ocorrências de coeficientes de correlação negativa forte são: Ibovespa e Shanghai Composite. Em contrapartida, os índices que mais possuem coeficientes de correlação positiva forte são: FTSE-JSE Top 40, BSE SENSEX e, novamente, o Shanghai Composite.

Devido à variação irregular dos coeficientes em todos os casos analisados, levando em consideração os vários índices e diversos períodos de tempo, conclui-se que não é possível estabelecer exatamente um padrão geral de correlação entre o Bitcoin e os índices das bolsas de valores dos grupos G7 e BRICS em relação a todos os períodos analisados. Porém, é apropriado afirmar que a tendência de correlação entre as variáveis se torna mais negativa conforme se diminui o tamanho do período analisado, e que os países do BRICS apresentam uma correlação negativa mais intensa do que os países do G7.

Quando os resultados encontrados por meio dessa pesquisa são comparados aos estudos correlatos utilizados como direcionadores para a realização da mesma, encontram-se resultados distintos. Inspirada por Al-Yahyaee, Mensi e Yoon (2018), que buscaram comparar a eficiência de mercados diferentes (ouro, ações, câmbio e criptomoeda), esta pesquisa buscou encontrar o nível de correlação entre dois desses mercados: o mercado de criptomoeda e o mercado de ações. No caso de Zhang et al. (2018), enquanto a pesquisa dos autores mostra que existe uma correlação cruzada de modo persistente no período testado, a presente pesquisa não conseguiu demonstrar um padrão persistente nos valores dos coeficientes resultantes da correlação entre Bitcoin e índices das bolsas de valores analisadas. Enquanto Nguyen et al. (2019) encontraram em sua pesquisa que a introdução de novas *altcoins* afetam negativamente o retorno do Bitcoin, esta pesquisa não conseguiu comprovar que a variação do preço do Bitcoin afeta os índices das bolsas de valores tradicionais, pois, devido à inconsistência dos coeficientes de correlação, não foi possível identificar um padrão. Do mesmo modo, ao comparar os resultados dessa pesquisa com os resultados obtidos por Baumöhl (2019) e Kristjanpoller e Bouri (2019), que afirmam que o Bitcoin não possui correlação com o valor do câmbio das moedas tradicionais e que ele possui um comportamento multifractal em relação a tais, pode-se dizer que o Bitcoin também não apresenta uma tendência padrão de correlação com os índices de bolsas de valores, indicando que tais mercados funcionam de modo independente.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Bitcoin foi a primeira criptomoeda criada para estabelecer um sistema financeiro descentralizado e, desde o seu surgimento, continua sendo o maior destaque no mercado de criptomoedas, tendo a sua capitalização de mercado estimada em mais de meio trilhão de reais (Bitcoin, 201-c; CoinMarketCap, 2019b; Fabris, 2019). Uma data histórica para o Bitcoin foi o dia 17/12/2017, em que o seu preço teve uma alta de mais de US\$ 20 mil, evento que serviu como ponto de referência na realização desta pesquisa (CoinMarketCap, 2019c).

No entanto, o mercado tradicional de ações continua sendo de grande popularidade entre os investidores, que utilizam de índices para avaliar o desempenho geral das bolsas de valores (Baumöhl, 2019; Comissão de Valores Mobiliários, 2014). Todos os países membros dos grandes grupos econômicos G7 e BRICS possuem as suas próprias bolsas de valores, sendo que os índices utilizados nesta pesquisa foram: DAX, S&P/TSX Composite, S&P 500, CAC 40, FTSE MIB, Nikkei 225, FTSE 100, Ibovespa, MOEX Russia, BSE SENSEX, Shanghai Composite e FTSE/JSE Top 40.

Diante deste contexto, a pergunta direcionadora da pesquisa foi: o evento da maior alta histórica do preço do Bitcoin se relaciona com a variação dos índices das bolsas de valores tradicionais? Após a realização dos testes de correlação com os dados históricos coletados, as conclusões principais do trabalho são: (i) os coeficientes obtidos entre o Bitcoin e cada índice em períodos de tempo distintos não apresentam um padrão comum de correlação (apresentando coeficientes positivos e negativos, fortes e fracos), de modo que não é possível identificar uma relação de dependência do mercado de criptomoedas e do mercado tradicional de ações; e (ii) os períodos mais abrangentes da pesquisa (1 ano, 9 meses e 6 meses antes e depois do evento) apresentam uma frequência maior de coeficientes de correlação positiva,

enquanto os períodos mais curtos (3 meses, 1 mês e 1 semana antes e depois do evento) apresentam uma maior tendência a coeficientes de correlação negativa.

Inspirada pelos estudos correlatos que, como ponto em comum, buscaram comparar o comportamento do Bitcoin com outras variáveis, a presente pesquisa buscou analisar a correlação do Bitcoin com os índices de bolsa de valores; área de pesquisa ainda recente e onde os resultados podem contribuir para a tomada de decisão de investidores. Devido à inconsistência dos coeficientes dos índices em diversos períodos (presença de coeficientes positivos, negativos e próximos a nulo), pode-se concluir que o mercado de criptomoedas e o mercado de ações são independentes, de modo que o Bitcoin pode ser visto como uma forma de diversificar a carteira de investimento, como sugerido por Baumöhl (2019).

Como limitação do trabalho, pode-se citar o fato de que, enquanto o mercado de criptomoedas funciona todos os dias do ano, o mercado de ações tradicional não funciona em finais de semana e feriados, sendo que cada bolsa de valor fecha nos feriados específicos de cada país. Para realizar os testes de correlação, foi necessário selecionar os dados históricos do Bitcoin que coincidissem com as datas de funcionamento de cada bolsa, de modo que alguns valores da criptomoeda não foram incluídos no cálculo, e os dados utilizados com cada índice não foram necessariamente os mesmos, porque países diferentes possuem feriados nacionais que não coincidem com o resto do mundo.

Como esta área de pesquisa ainda não é muito explorada, existem vários outros eventos e variáveis que poderiam ter sua correlação testada para analisar fatores que poderiam levar à flutuação do preço do Bitcoin. Para próximas pesquisas, sugere-se testar a correlação do preço do Bitcoin com outros eventos que tenham efeito na área de tecnologia e computação, como ataques cibernéticos de grande porte, tal qual o ataque com o vírus WannaCry em maio de 2017, por exemplo. Outra possibilidade seria analisar se existe correlação na variação do valor do Bitcoin ou outras criptomoedas perante grandes ataques terroristas ou outras atividades criminosas de grande escala no mundo. Além disso, pode-se buscar encontrar quais são os fatores econômicos e sociais que mais influenciam a alta e baixa do preço do Bitcoin e, em uma área um pouco mais distinta de pesquisa, qual é a melhor forma de contabilizar criptomoedas no balanço de uma empresa.

6 REFERÊNCIAS

Al-Yahyaee, K. H.; Mensi, W.; & Yoon, S. M. (2018, December). Efficiency, multifractality, and the long-memory property of the Bitcoin market: A comparative analysis with stock, currency, and gold markets. *Finance Research Letters*, 27, pp. 228-234. Retrieved July 17, 2019, from <https://doi.org/10.1016/j.frl.2018.03.017>.

B3. (201-). Ibovespa. Recuperado em 28 agosto, 2019, de http://www.b3.com.br/pt_br/market-data-e-indices/indices/indices-amplos/ibovespa.htm.

Banco Central do Brasil. (2019, agosto). Histórico de estatísticas. Recuperado em 5 março, 2020, de <https://www.bcb.gov.br/estatisticas/historicoestatisticas>.

Baumöhl, E. (2019, June). Are cryptocurrencies connected to forex? A quantile cross-spectral approach. *Finance Research Letters*, 29, pp. 363-372. Retrieved July 17, 2019, from <https://doi.org/10.1016/j.frl.2018.09.002>.

Bitcoin. (201-a). Algumas palavras Bitcoin você talvez ouça. Recuperado em 17 julho, 2019, de https://bitcoin.org/pt_BR/vocabulario.

Bitcoin. (201-b). Como o Bitcoin funciona? Recuperado em 17 julho, 2019, de https://bitcoin.org/pt_BR/como-funciona.

Bitcoin. (201-c). Perguntas Frequentes. Recuperado em 17 julho, 2019, de https://bitcoin.org/pt_BR/faq.

Blockchain. (2019). Bitcoins in circulation. Retrieved July 17, 2019, from <https://www.blockchain.com/charts/total-bitcoins>.

Borsa Italiana. (2019). FTSE MIB: Index info. Retrieved August 28, 2019, from <https://www.borsaitaliana.it/borsa/indici/indici-in-continua/dettaglio.html?indexCode=FTSEMIB&lang=en>.

Börse Frankfurt. (2019). About Equities. Retrieved August 28, 2019, from <https://www.boerse-frankfurt.de/equities>.

Brasil. Ministério da Economia. (2019, 7 maio). Instrução normativa nº 1.888, de 3 de maio de 2019. Institui e disciplina a obrigatoriedade de prestação de informações relativas às operações realizadas com criptoativos à Secretaria Especial da Receita Federal do Brasil (RFB). Diário Oficial da União: Seção 1(86), p. 14. Recuperado em 17 setembro, 2019, de <http://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instru%C3%87%C3%83o-normativa-n%C2%BA-1.888-de-3-de-maio-de-2019-87070039>.

BRICS Brasil 2019. (2019). O que é o BRICS. Recuperado em 17 julho, 2019, de <http://brics2019.itamaraty.gov.br/sobre-o-brics/o-que-e-o-brics>.

BRICS Information Portal. (2015). History of BRICS. Recuperado em 18 julho, 2019, de <http://infobrics.org/page/history-of-brics/>.

Brito, J.; & Castillo, A. (2013). Bitcoin: A primer for policymakers. Retrieved June 12, 2019, from https://www.researchgate.net/publication/269707314_Bitcoin_A_Primer_for_Policymakers.

BSE. (2019). Company Overview. Retrieved August 28, 2019, from https://www.bseindia.com/static/about/Company_Overview.html.

Ciaian, P.; Rajcaniova, M.; Kancs, D. (2018, January). Virtual relationships: Short- and long-run evidence from BitCoin and altcoin markets. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 52, pp. 173-195. Retrieved June 12, 2019, from <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2017.11.001>.

CoinMarketCap. (2019a). All cryptocurrencies. Retrieved July 13, 2019, from <https://coinmarketcap.com/all/views/all/>.

CoinMarketCap. (2019b). Bitcoin preço, gráficos, capitalização de mercado, e outras métricas. Recuperado em 23 outubro, 2019, de <https://coinmarketcap.com/pt-br/currencies/bitcoin/>.

CoinMarketCap. (2019c). Dados históricos para Bitcoin. Recuperado em 18 julho, 2019, de <https://coinmarketcap.com/pt-br/currencies/bitcoin/historical-data/>.

CoinMarketCap. (2019d). Ethereum (ETH) preço, gráficos, capitalização de mercado, e outras métricas. Recuperado em 23 outubro, 2019, de <https://coinmarketcap.com/pt-br/currencies/ethereum/>.

Comissão de Valores Mobiliários. (2014). O mercado de valores mobiliários brasileiro. (3. ed.) Rio de Janeiro: Comissão de Valores Mobiliários. Recuperado em 27 agosto, 2019, de <https://www.investidor.gov.br/portaldoinvestidor/export/sites/portaldoinvestidor/publicacao/Livro/LivroTOP-CVM.pdf>.

Euronext. (2019). CAC 40 Factsheet. Retrieved August 28, 2019, from <https://live.euronext.com/en/product/indices/FR0003500008-XPAR/market-information>.

- Fabris, N. (2019, January). Cashless Society: The Future of Money or a Utopia? 2019. *Sciendo*, 8(1), pp. 53-66. Retrieved June 13, 2019, from <https://doi.org/10.2478/jcbtp-2019-0003>.
- Fávero, L. P. L.; Belfiore, P. P.; Silva, F. L.; & Chan, B. L. (2009). *Análise de Dados: modelagem multivariada para tomada de decisões*. Rio de Janeiro: Elsevier.
- G7 France. (2019). What is G7? Retrieved July 17, 2019, from <https://www.elysee.fr/en/g7/2019/01/01/what-is-the-g7>.
- Hou, A. M. Y. (2018, June 25). The G7 and the BRICS: Companions Not Competitors. Retrieved July 18, 2019, from <http://www.brics.utoronto.ca/commentary/180625-hou.html>.
- Hutten, M. (2019, July). The soft spot of hard code: blockchain technology, network governance and pitfalls of technological utopianism. 2019. *Global Networks*, 19(3), pp. 329-348. Retrieved August 26, 2019, from <http://doi.org/10.1111/glob.12217>.
- IBM. (201-?). IBM SPSS software. Retrieved October 4, 2019, from <https://www.ibm.com/analytics/spss-statistics-software>.
- International Monetary Fund. (2019). A guide to committees, groups, and clubs. Retrieved June 13, 2019, from <https://www.imf.org/en/About/Factsheets/A-Guide-to-Committees-Groups-and-Clubs>.
- Investing.com. (2019, 17 julho). Índices Mundiais e Setoriais. Recuperado em 17 julho, 2019, de <https://br.investing.com/indices/world-indices?&majorIndices=on>.
- Japan Exchange Group. (2019). Nikkei 225 Futures: large contracts. Retrieved August 28, 2019, from <https://www.jpx.co.jp/english/derivatives/products/domestic/225futures/index.html>.
- Johannesburg Stock Exchange. (2019). Indices: what are they? Retrieved August 28, 2019, from <https://www.jse.co.za/grow-my-wealth/indices-what-are-they>.
- Kristjanpoller, W.; & Bouri, E. (2019, June). Asymmetric multifractal cross-correlations between the main world currencies and the main cryptocurrencies. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 523, pp. 1057-1071. Retrieved July 17, 2019, from <https://doi.org/10.1016/j.physa.2019.04.115>.
- Kumar, R. (2014). Stock Markets, Derivatives Markets, and Foreign Exchange Markets. In: Kumar, R. (Ed.). *Strategies of Banks and Other Financial Institutions*. (pp. 125-164). Cambridge: Academic Press. Retrieved July 18, 2019, from <https://www.sciencedirect.com/topics/economics-econometrics-and-finance/stock-market>.
- Kwon Y.; Kim D.; Son Y.; Vasserman E.; & Kim Y. (2017). Be selfish and avoid dilemmas: Fork after withholding (FAW) attacks on Bitcoin. *Anais de Conference On Computer And Communications Security*, Dallas, TX, Estados Unidos. Retrieved June 12, 2019, from <https://arxiv.org/abs/1708.09790>.
- Levin, J. (1987). *Estatística aplicada a ciências humanas*. (2. ed., S. F. Costa, Trad.) São Paulo: HARBRA, 1987.
- Levin, J.; Fox, J. A.; & Forde, D. R. (2012). *Estatística para ciências humanas*. (11. ed., J. Ritter, Trad.) São Paulo: Pearson Education do Brasil.
- London Stock Exchange Group. (2019). FTSE 100: London's global benchmark. Retrieved August 28, 2019, from <https://www.lseg.com/markets-products-and-services/our-markets/london-stock-exchange/ftse-100-stocks-listed-london/ftse-100-londons-global-benchmark>.

- May, T. C. (1992). The Crypto Anarchist Manifesto. Retrieved July 17, 2019, from <https://www.activism.net/cypherpunk/crypto-anarchy.html>.
- Mello, J. L. H.; Guazzelli, T. M.; Martins, A. C. R.; & Grupenmacher, G. T. (2019). Desafios regulatórios em torno da emissão e negociação de criptoativos e o sandbox como uma possível solução. Recuperado em 17 setembro, 2019, de http://www.cvm.gov.br/export/sites/cvm/noticias/anexos/2019/20190821_Desafios_regulatorios_em_torno_da_emissao_negociacao_criptoativos_e_sandbox_possivel_solucao.pdf.
- Moore, D. S. (2000). A estatística básica e sua prática. (A. A. Farias, Trad.) Rio de Janeiro: LTC.
- Moscow Exchange. (2019). Moscow Exchange Indices: MOEX Russia Index and RTS Index. Retrieved August 28, 2019, from <https://www.moex.com/en/index/RTSI/about/>.
- Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. Retrieved June 12, 2019, from <https://bitcoin.org/en/bitcoin-paper>.
- Nasdaq. (2019). Dow Jones Industrial Average and the S&P 500. Retrieved August 28, 2019, from <https://www.nasdaq.com/education/dow-average-and-sp-500>.
- Nguyen, T. V. H.; Nguyen, B. T.; Nguyen, T. C.; & Nguyen, Q. Q. (2019, April). Bitcoin return: Impacts from the introduction of new altcoins. *Research in International Business and Finance*, 48, pp. 420-425. Retrieved June 12, 2019, from <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2019.02.001>.
- O'Neill, J. (2001, November 30). Building Better Global Economic BRICs. New York: Goldman Sachs. Retrieved July 18, 2019, from <https://www.goldmansachs.com/insights/archive/archive-pdfs/build-better-brics.pdf>.
- Ribeiro, A. (2019). Projeto de lei da Câmara nº 2.060, de 2019. Dispõe sobre o regime jurídico de Criptoativos. Brasília. Recuperado em 17 setembro, 2019, de <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2196875>.
- Satoshi Nakamoto Institute. (201-). The Complete Satoshi. Retrieved July 17, 2019, from <https://satoshi.nakamotoinstitute.org/>.
- Shanghai Stock Exchange. (2019). Introduction of SSE Indices. Retrieved August 28, 2019, from <http://english.sse.com.cn/indices/indices/introduction/info/>.
- Silva, E. L.; & Menezes, E. M. (2005). Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. (4. ed.) Florianópolis: UFSC.
- Stringham, E. (2015). On the Origins of Stock Markets [Abstract]. In: Coyne, C. J.; & Boettke, P. (Eds.). *The Oxford Handbook of Austrian Economics*. (pp. 324-340) Oxford: Oxford Handbooks. Retrieved July 18, 2019, from <https://www.oxfordhandbooks.com/view/10.1093/oxfordhb/9780199811762.001.0001/oxfordhb-9780199811762-e-14>.
- Szabo, N. (2008). Bit Gold. Retrieved July 17, 2019, from <https://unenumerated.blogspot.com/2005/12/bit-gold.html>.
- Tiboni, C. G. R. (2010). Estatística básica: para os cursos de administração, ciências contábeis, tecnológicos e de gestão. São Paulo: Atlas.
- TMXmoney. 2019. S&P/TSX Composite Index: overview. Retrieved August 28, 2019, from https://web.tmxmoney.com/index_profile.php?qm_symbol=^TSX.
- Triola, M. F. (2008). Introdução à Estatística. (10. ed., V. R. L. F. Flores, Trad.) Rio de Janeiro: LTC.

United Nations. (2019). World economic situation and prospects 2019. Retrieved June 13, 2019, from https://www.un.org/development/desa/dpad/wp-content/uploads/sites/45/WESP2019_BOOK-web.pdf.

Zhang, W.; Wang, P.; Li, X.; & Shen, D. (2018, November). The inefficiency of cryptocurrency and its cross-correlation with Dow Jones Industrial Average. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 150, pp. 658-670. Retrieved July 17, 2019, from <https://doi.org/10.1016/j.physa.2018.07.032>.