

**VARIAÇÕES DE PREÇOS DE CRIPTOMOEDAS FRENTE A INDICADORES
ECONÔMICO-FINANCEIROS**

MARCOS CHARALLO GALLATE

UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE (MACKENZIE)

THIAGO D'OTTAVIANO DINIZ

UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE (MACKENZIE)

JOSE MATIAS FILHO

UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE (MACKENZIE)

MASSAKI DE OLIVEIRA IGARASHI

UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE (MACKENZIE)

RICARDO ANTONIO FERNANDES

UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE (MACKENZIE)

VARIAÇÕES DE PREÇOS DE CRIPTOMOEDAS FRENTE A INDICADORES ECONÔMICO-FINANCEIROS

1. INTRODUÇÃO

O acelerado desenvolvimento tecnológico promoveu profundas transformações em vários setores, com destaque para os mercados financeiros. Resultante destas tecnologias, a crescente facilidade e segurança nas transações de inúmeros ativos proporcionou a diminuição de barreiras para os operadores, que passaram a atuar cada vez mais globalmente. Neste contexto evolutivo surgiu a proposta da criação de um novo meio de troca, além das moedas tradicionais, que fosse preferencialmente descentralizado e assegurasse a validade das transações. O modelo inicial foi proposto por Nakamoto (2008) com a criação da *bitcoin*, considerada a primeira das criptomoedas, que descreveu esta tecnologia como uma moeda digital capaz de possibilitar pagamentos *online* sem a necessidade de intermediários como, por exemplo, um banco central que garantisse o seu valor.

Desde sua criação as criptomoedas também foram consideradas como alternativas de investimento, sendo classificadas na categoria de renda variável. Martini (2012) define este tipo de investimento como aquele cujo retorno oscila segundo as forças de mercado regidas pela lei da oferta e demanda.

Embora as moedas digitais estejam sendo amplamente discutidas e estudadas, até o momento não há consenso sobre a forma de prever suas alterações de preço, nem tampouco sobre os fatores que podem influenciar este processo. Ainda são mais consideradas como investimento do que como meios de facilitação de transações, o que ocorre devido a dois fatores principais: i) o tempo para concluir uma transação com criptomoedas é elevado quando comparado aos outros meios de pagamento disponíveis sendo, portanto, pouco práticas e; ii) o período necessário para que novas tecnologias disruptivas sejam aceitas e disseminadas (INAN, 2018).

Um exemplo deste segundo fator ocorreu no mercado de cartões de crédito e débito, cuja disseminação não foi instantânea, mas hoje em dia dominam amplamente os meios de pagamento. Para as criptomoedas serem amplamente usadas seria necessário entender o que afeta o comportamento de suas cotações, ou seja, criar uma convergência quanto ao entendimento de seu valor (INAN, 2018). De outra forma, falta ao mercado de criptomoedas o que a fórmula de Black e Scholes (1973) proporcionou para o mercado de derivativos.

Lee, Guo e Wang (2018) complementam o assunto, trazendo três novos fatores para justificar o fato das criptomoedas serem vistas como investimentos: i) uma grande quantidade de pessoas não acredita que as moedas digitais possuam algum valor intrínseco, uma vez que não há um intermediário que as regule; ii) mesmo aqueles que creem no valor nas criptomoedas temem sua alta volatilidade de preços, suspeitando da existência de bolhas e; iii) os mais conservadores argumentam que as criptomoedas são apenas mais um dentre os inúmeros meios de pagamento já existentes sendo, portanto, irrelevantes. Embora tais argumentos não sejam favoráveis ao uso das criptomoedas como meio de troca, entende-se que estas podem representar um fator preponderante para o aumento da liquidez nos mercados financeiros se houvesse maior entendimento e consenso sobre o comportamento de suas cotações (LEE, GUO e WANG, 2018).

Desta forma, o objetivo geral deste trabalho foi analisar se indicadores econômico-financeiros escolhidos podem explicar o comportamento da variação de preço das moedas

virtuais. O período considerado foi de 2015 a 2019, sendo escolhidas três criptomoedas e índices relacionados às principais bolsas de valores mundiais, além de preços de commodities e de outras moedas como dólar e euro.

O problema de pesquisa a ser trabalhado foi: podem as criptomoedas *Bitcoin*, *Ripple* e *Ethereum* terem sua variação de preços explicadas por indicadores econômico-financeiros, no período de 2015 a 2019?

Para alcançar o objetivo geral, os objetivos específicos estão assim elencados:

- Explicitar os conceitos de criptomoedas e das tecnologias envolvidas em sua utilização;
- Identificar outros indicadores econômico-financeiros relevantes, em nível mundial, que possuem potencial de influenciar a rentabilidade das criptomoedas;
- Elencar dados de cotações históricas suficientes dos indicadores escolhidos, para fazerem parte do estudo;
- Comparar o comportamento dos indicadores identificados com os das criptomoedas, utilizando o método estatístico de regressão linear múltipla;

O estudo proposto está dividido da seguinte forma, além desta introdução: o item dois trata dos aspectos teóricos dos temas da pesquisa, no item três são descritas as considerações metodológicas, o item quatro apresenta os resultados da pesquisa e sua análise e, por fim, no item cinco as conclusões e considerações são apresentadas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

As moedas tradicionais possuem duas características predominantes: terem um Estado ou uma instituição financeira garantindo seu valor e validade, além de serem viabilizadoras de pagamentos de médio e longo prazo. Embora a operacionalização das transações financeiras tenha sido cada vez mais facilitada pela tecnologia, a ideia de moeda basicamente permaneceu imutável, além de seu controle transacional exclusivo das instituições financeiras, tanto públicas quanto privadas.

Desta forma, o surgimento das criptomoedas que, de maneira descentralizada sem nenhuma intermediação, tem o potencial de substituir os meios de pagamentos existentes trouxe uma inovação importante (VICENTE, 2017). Apesar de terem sido criadas como moedas digitais são mais frequentemente vistas como investimentos do que como um meio de pagamento. Hill (2014) afirmou que em 2014 apenas 36% das *Bitcoins* (criptomoeda de maior valor de mercado atualmente) em circulação já tinham sido envolvidas em transações. As pessoas que as possuíam tinham um objetivo claro em mente: obter ganhos com sua valorização, mesmo que a previsão de preços ainda seja de difícil execução.

Nakamoto (2009) foi um dos primeiros a descrever o conceito de criptomoedas. Para isso, inicialmente discutiu a respeito do atual modelo de transações financeiras, afirmando que apesar deste estar amparado por um intermediador financeiro, o que é eficiente para a maioria das transações, ainda há entraves quando o assunto é confiança, devido a alguns fatores como: i) a alta dependência dos envolvidos para com o intermediador; ii) a não possibilidade de reversão e; por não ser possível intervir no processo de transferência de recursos em casos de fraudes, mas apenas intermediar as situações.

Continua o autor, afirmando que o custo das transações financeiras varia de acordo com o tipo de transação e isso cria um limite ao usuário, que se torna impedido de fazer diversas operações casuais se assim desejar. Ademais, todas as operações exigem maior relacionamento da empresa, que necessita obter informações pessoais do seu cliente, o que é passível de desconforto por parte do consumidor e uma porcentagem de fraude é entendida como inevitável. Uma solução para isso seriam as transações com moedas físicas que, no entanto, inviabilizam a maior vantagem do *e-commerce* que é a praticidade e flexibilidade para as compras.

Visando facilitar a existência de confiança nas transações, estudos propõem uma solução para as intermediações financeiras que explica o conceito em que as criptomoedas estão amparadas:

O que é necessário é um sistema eletrônico de pagamento baseado em prova criptográfica e não em confiança, permitindo às duas partes interessadas transacionar diretamente sem a necessidade de uma terceira parte de confiança. Transações de reversão computacionalmente impraticável protegeriam os vendedores da fraude, e mecanismos de garantia podem ser facilmente implementados para proteger compradores [...] uma solução para o problema do gasto duplo usando um servidor distribuído ponto-a-ponto de marcas temporais para gerar prova computacional da ordem cronológica das transações. O sistema é seguro enquanto os nós honestos controlarem coletivamente mais capacidade de processamento que qualquer grupo coordenado de nós atacantes. (NAKAMOTO, 2009, p.1-2)

Dada a necessidade de uma nova modalidade de transação financeira *online* que atue de maneira mais eficiente e eficaz, vale entender pontualmente qual é o conceito de moedas virtuais. Uma explicação para o conceito da *Bitcoin* e que serve como um conceito geral para todas as outras criptomoedas, uma vez que esta é a pioneira das moedas virtuais, é:

Bitcoin é uma moeda digital *peer-to-peer* (par a par ou, simplesmente, de ponto a ponto), de código aberto, que não depende de uma autoridade central. Entre muitas outras coisas, o que faz o *Bitcoin* ser único é o fato de ele ser o primeiro sistema de pagamentos global totalmente descentralizado (ULRICH, 2014, p.17)

Ulrich (2014) ainda explica que a invenção das criptomoedas é revolucionária não apenas por ser descentralizada, mas pela tecnologia por trás das moedas virtuais: o *blockchain*. O autor afirma que este nada mais é do que um livro-razão público e distribuído, funcionando como uma grande corrente de blocos criptografados contendo o histórico de todas as transações realizadas. Todas as vezes em que uma criptomoeda for envolvida em uma nova transferência, todas as informações da moeda virtual são confrontadas contra o *blockchain* para assegurar que esta não tenha sido previamente gasta. Cabe ressaltar que estes blocos são compostos por milhares de usuários, dificultando fraudes.

Sichel e Calixto (2008) ressaltam que as novas transações geram “blocos candidatos”, que passarão a ser novos integrantes dos blocos já existentes. Para que elas se concretizem, há uma verificação de um determinado número de blocos antigos para haver a certificação de sua veracidade. Caso haja alguma divergência perante as transações anteriores, todo o processo é interrompido, o que aumenta o grau de confiabilidade das criptomoedas.

O *blockchain* é uma tecnologia tão inovadora que alguns autores, como Damodaran (2017), discutem a possibilidade das criptomoedas se tornarem apenas uma alternativa de investimento de alta volatilidade e sem influência no mercado de transações, mas o *blockchain* passaria a sustentar os mais diversos processos tecnológicos mundiais, garantido sua segurança.

Apesar de ser uma tecnologia que tem revolucionado a segurança dos mais diversos processos *online*, alguns autores discutem as vulnerabilidades do *blockchain*. Li *et al* (2018) discutiram 9 riscos sistêmicos identificados nesta tecnologia, além de trazerem o fato de que 8.833 dos 19.366 dos *smart contracts* que utilizam o sistema de *blockchain* desenvolvido pela *Ethereum* possuem vulnerabilidades e podem gerar perdas financeiras significativas.

As criptomoedas ainda enfrentam dificuldades para serem amplamente utilizadas em transações financeiras devido a questões políticas e burocráticas. Alonso (2018) explica que ainda existem vários economistas que não as consideram como moedas propriamente ditas, pois não se enquadram em funções que são consideradas fundamentais no conceito teórico das moedas. Para que qualquer criptomoeda seja considerada moeda de pagamento, é necessário que uma grande quantidade dos comércios de bens e serviços aceitem as moedas virtuais, o que está longe de ser uma realidade. Em 2015, aproximadamente seis mil estabelecimentos as aceitavam e, mesmo o número dobrando em 2018, ainda pode ser considerado baixo para validar a sua função de moeda (ALONSO, 2018).

A presença de uma nova tecnologia sempre traz desafios para os setores jurídicos de todo o mundo. Silva (2017) afirma que ainda não há regulamentação específica no Brasil para o uso de criptomoedas, mas outros países já estão realizando estudos para entender este tipo de tecnologia e suas consequências jurídicas. Estudos mais recentes, como o de Oliveira (2019), apresentaram o Projeto de Lei 2.303/2015, que prevê a regulamentação das moedas virtuais no Brasil de maneira a não permitir lacunas legais provindas da utilização das criptomoedas em arranjos de pagamentos.

Outro setor que tem passado por grandes mudanças é o financeiro. A já citada descentralização potencial trazida pelas criptomoedas vem exigindo com que instituições como bancos tenham que realizar alterações estruturais em todos os seus processos. Como prova disso, notícias como a trazida por Carvalho (2019), que afirma que o Banco Central brasileiro está desenvolvendo e estabelecendo parâmetros para um ecossistema de pagamentos instantâneos no país. As transações bancárias convencionais possuem custo relativamente altos e dependem do expediente bancário. No novo sistema pretendido pelo Banco Central, há um funcionamento de forma ininterrupta, além de cada instituição passar a ter um *QR Code* com seu nome de usuário, CPF ou CNPJ. Com isso, não há mais a necessidade de anotar dados bancários para realizar a transação.

Ademais, Agrela (2018) noticia o fato de que bancos já utilizam o *blockchain* como a tecnologia por trás de seus sistemas de transação, como por exemplo o *One Pay TX* do Banco Santander, que possibilita transações internacionais com os valores estando disponíveis no país estrangeiro em menos de 24 horas.

A seção seguinte traz as criptomoedas e os indicadores adotados neste estudo com as considerações sobre as escolhas. O período considerado para todas as observações foi entre 2015 e 2019.

2.1 Criptomoedas e outros Indicadores

Serão consideradas três criptomoedas neste estudo, escolhidas devido ao seu valor unitário e volume de capitalização, mostradas na Tabela 01.

Tabela 01: Criptomoedas com maior valor de mercado

Posição	Nome	Valor Unitário em 07/11/19 (USD)	Capitalização em 07/11/19 (USD)
1	<i>Bitcoin</i>	9.233,80	\$166,62 B
2	<i>Ethereum</i>	188,06	\$ 20,36B
3	<i>Ripple</i>	0,29018	\$ 12,55B

Fonte: *Investing* (2019)

O percentual de variação nos preços destas criptomoedas será avaliado a partir de outros indicadores econômico-financeiros, dentre os quais os de moedas tradicionais.

As moedas tradicionais escolhidas encontram-se na Tabela 02. A escolha por estas moedas se deve ao fato de seus países serem integrantes do G7, com exceção da China (escolhida por ser a segunda maior economia do mundo). A base de comparação para se obter as cotações entre essas moedas será o dólar dos Estados Unidos da América.

Tabela 02: Moedas a serem utilizadas no estudo de Rentabilidade das Criptomoedas

País	Nome da Moeda
Zona Euro	Euro
Canadá	Dólar Canadense
China	Renminbi / Yuan
Estados Unidos	Dólar dos Estados Unidos
Japão	Iene
Reino Unido	Libra Esterlina

Elaborado pelos Autores

Também foram escolhidos alguns índices de ações segundo sua capitalização de mercado. As bolsas de valores são os locais onde ações de empresas de capital aberto são negociadas e seus índices são calculados a partir das ações mais negociadas em volume e valor. Estas instituições são representantes efetivos e de notável importância da economia do país em questão (DILL NETO, 2018). Os índices de Bolsas de Valores considerados neste estudo estão na Tabela 03.

Tabela 03: Índices de Bolsa de Valores utilizados

Classificação da Bolsa	Nome da Bolsa	Principal Índice
1°	<i>New York Stock Exchange</i>	<i>Dow Jones Industrial</i>
2°	<i>NASDAQ</i>	<i>NASDAQ Composite</i>
3°	<i>London Stock Exchange</i>	<i>FTSE100</i>
4°	<i>Tokyo Stock Exchange</i>	<i>Nikkei 225</i>
20°	B3 (Brasil, Bolsa e Balcão)	Ibovespa

Adaptado de Azevedo (2017)

Por fim foram consideradas também as seguintes *commodities*: petróleo, minério de ferro, soja, boi gordo e ouro.

2.2 Estudos Correlatos sobre Criptomoedas

O estudo de Sichel e Calixto (2018) analisou a influência de uma criptomoeda, a *Bitcoin*, em questões legislativas e econômicas. A *Bitcoin* foi comparada com o preço de mercado do dólar no ano de 2017, estendendo-se posteriormente o estudo para o período de 2009 até 2017.

Foi observado um crescimento constante no valor do *Bitcoin*, ocorrendo uma forte alta em dezembro de 2017, atingindo o pico de U\$19.290, até então sua máxima histórica. A volatilidade também foi destacada, uma vez que a alta percentual em dólar foi de mais de 98 mil em 2017. Os autores também citam riscos para a popularização da moeda, como aceitação do público, demora nas transações, risco de obsolescência e insegurança digital.

Por fim, levantou-se a questão da legislação das criptomoedas observando que, por se tratar de um fato inovador que não segue os padrões tradicionais das moedas físicas, há um desafio para a sua regulamentação. Para tal, haveria necessidade de um consenso global envolvendo os principais atores do mercado de transferências virtuais de recursos financeiros.

Lucas e Bonifácio (2019) analisaram as criptomoedas aplicando ferramentas de otimização para avaliar o risco-retorno frente às oportunidades de mercado. Utilizaram dados históricos das moedas no período de um ano a partir de julho de 2017. Os retornos foram comparados com um ativo livre de risco, sendo adotada a taxa Selic. O estudo considerou a média das taxas de risco-retorno no período escolhido, além dos retornos mensais que somaram o valor de 7,37%. Os resultados evidenciaram a alta volatilidade do mercado de criptomoedas no período. Apesar desse alto risco, observou-se um bom retorno sendo indicado o investimento para um perfil de investidor classificado entre arrojado e agressivo. Os autores ainda comentam que, apesar de se esperar uma redução no risco devido à grande adesão do mercado às criptomoedas, a volatilidade ainda não demonstra uma tendência de redução.

Pizzetti (2018) pesquisou os dados entre 24/10/2017 e 24/10/2018 das criptomoedas *Bitcoin*, *Tether*, *Ethereum*, *Ripple* e *EOS*. O estudo quantitativo utilizou o modelo GARCH para prever a volatilidade futura e comparar com as principais ações do IBOVESPA: VALE3, ITUB4, PETR4, ABEV3, e, BBDC4. A maioria das criptomoedas e ações tiveram seu retorno positivo, como era esperado no início da pesquisa. Como a pesquisa não considerou fatores externos que interferissem nos valores das ações, alguns resultados apresentaram desvios fora do previsto. A análise além das previsões e comparações identificou grande volatilidade no preço das criptomoedas. Observou-se que as outras criptomoedas têm uma perceptível semelhança na curva de volatilidade quando comparadas à popular *Bitcoin*.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Tipo de Pesquisa

A pesquisa será do tipo quantitativa de caráter descritivo e inferencial (CRESWELL, 2010; GIL, 2002). A análise descritiva será feita para as variáveis dependentes (variação percentual das criptomoedas escolhidas), com o cálculo das medidas de posição e dispersão, e a técnica inferencial de regressão múltipla será utilizada para avaliar a relação entre as variáveis dependentes e as independentes (índices econômico-financeiros escolhidos).

As questões ou hipóteses inferenciais relacionam as variáveis ou comparam grupos em termos de variáveis, de tal modo que se possam extrair inferências da amostra para uma população (CRESWELL, 2010; MARCONI e LAKATOS, 2011).

3.2 Amostra

A amostra foi composta pelas 3 principais criptomoedas considerando seu valor total de capitalização. Nas análises, foram avaliados seus valores e a variação de seus preços (rentabilidade) de 2015 a 2019.

Fizeram parte também da amostra, sempre no mesmo período, as precificações das moedas dos países do G7 mais a China (Tabela 02), os índices mostrados na Tabela 03 das 4 maiores Bolsas de Valores do mundo e a do Brasil, além dos valores de algumas commodities, como: ouro, petróleo, minério de ferro, soja e boi gordo. Compuseram também a amostra a variação das cotações das criptomoedas elencadas na Tabela 01. Foram considerados os valores de fechamento diário dos indicadores citados.

3.3 Coleta de Dados - Fontes

Os dados referentes aos preços das criptomoedas, assim como os demais dados, foram obtidos junto ao sítio eletrônico da instituição *Investing* (<https://br.investing.com/>), plataforma de mercados financeiros que oferece dados em tempo real de aproximadamente 250 bolsas mundiais. Salienta-se que as cotações de preços coletadas neste sítio eletrônico foram comparadas, por amostragem, com outros sítios eletrônicos que também divulgam cotações de indicadores internacionais, tais como Economática® e *infomoney*, encontrando-se os mesmos dados para os indicadores pesquisados.

3.4 Método e Instrumentos de Análise

O principal instrumento de análise foi o método estatístico de regressão linear múltipla, buscando identificar relações estatisticamente significantes entre as variáveis de estudo. O intuito de utilizar este método é analisar se os preços das criptomoedas, variáveis dependentes, podem ser explicados a partir dos indicadores econômico-financeiros, variáveis independentes. Fávero e Belfiore (2017), que suportam as análises feitas neste estudo, explicam que esta é a técnica estatística mais usada em estudos em que há a análise de relação entre duas ou mais variáveis.

Para calcular a regressão linear múltipla admite-se que Y_j seja linearmente dependente de k variáveis explanatórias (X_{1j} , X_{2j} , X_{3j} , X_{4j} , ..., X_{kj}). Desta forma é buscado um ajuste para um modelo de regressão linear, descrito pela seguinte equação:

$$Y_j = \alpha + \beta_1 X_{1j} + \beta_2 X_{2j} + \dots + \beta_k X_{kj} + u_j$$

Com $j = 1, 2, \dots, n$ sendo o índice que indica uma das n observações da amostra. O erro “ u_j ” pode ser entendido como o efeito das demais variáveis que não foram incluídas no modelo.

O cálculo foi feito apoiado com o software GRETL. Foram ajustadas modelos para cada criptomoeda e para cada um observados os p-valores. No caso de haver ao menos um p-valor significativo foi avaliado também o R^2 . O p-valor é usado para testar a significância estatística dos coeficientes ($H_0: \beta_i=0$) enquanto o R^2 é um indicador da explicação que o modelo oferece, medindo o quanto da variabilidade da variável dependente é explicada pela variabilidade das variáveis independentes.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 Estatística Descritiva

Na tabela 04 encontram-se as principais medidas descritivas das rentabilidades das criptomoedas estudadas. Visto que as variações são diárias, destacam-se o mínimo de -63,11% e o máximo de 179%, para a *Ripple*, sugerindo uma alta volatilidade de preços das moedas virtuais, citada como um dos motivos apontados da não utilização das criptomoedas como meio de transação.

Tabela 04: Estatística Descritiva das Criptomoedas

	BITCOIN	RIPPLE	ETHEREUM
Média	0,25%	0,67%	-0,06%
Desvio Padrão	4%	11%	3%
Coef. Variação	6,28%	5,87%	-2,07%
Mínimo	-29,20%	-63,11%	-19,79%
Máximo	26,77%	179,55%	20,29%

4.2. Estatística Inferencial

Inicialmente foram ajustados modelos de regressão considerando todo o período (de 2015 até 2019). Em seguida foram ajustados modelos para cada ano separadamente.

4.2.1. Estatísticas do Período de 2015 até 2019

Os resultados da criptomoeda *Ripple* foram:

Tabela 05: Resultados da Regressão Linear Múltipla do período total - *Ripple*

Variável dependente: Ripple			
	<i>Coeficiente</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>p-valor</i>
Ibov	0,140049	0,314472	0,6561
Nasdaq	0,515297	0,334364	0,1235
Nikkei	0,0274206	0,279239	0,9218
Boi_g	0,0952754	0,242096	0,694
MinFerr	0,155307	0,178429	0,3842
Ouro	0,291359	0,362165	0,4212
Petrol	-0,036663	0,148942	0,8056
Soja	0,363417	0,290404	0,2109
USD	0,077208	0,361663	0,831
Eur	0,682473	0,681016	0,3164
Yen	0,740046	0,606436	0,2225
Yuan	-0,131964	1,44204	0,9271

Com relação aos resultados referentes à variável dependente *Ripple*, todos resultaram não significantes para qualquer nível de significância (α) usual. Portanto, nenhum

dos regressores conseguiu explicar significativamente o comportamento dos preços desta criptomoeda no período estudado.

Para a *Bitcoin*, os resultados alcançados foram:

Tabela 06: Resultados da Regressão Linear Múltipla do período total - *Bitcoin*

Variável dependente: Bitcoin			
	<i>Coefficiente</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>p-valor</i>
Ibov	0,0174831	0,0971178	0,8572
Nasdaq	0,216024	0,123479	0,0804 *
Nikkei	-0,15323	0,103101	0,1374
Boi_g	-0,0316684	0,0796699	0,691
MinFerr	-0,0121861	0,061223	0,8423
Ouro	0,261135	0,127309	0,0404 **
Petrol	-0,0176793	0,052284	0,7353
Soja	0,361106	0,10519	0,0006 ***
USD	0,21463	0,116205	0,0649 *
Eur	-0,0101412	0,271654	0,9702
Yen	0,214572	0,192566	0,2653
Yuan	-1,44548	0,520679	0,0056 ***

Nota-se que para a criptomoeda *Bitcoin*, foram verificados alguns resultados estatisticamente significantes nas regressões lineares múltiplas efetuadas. Entretanto, o poder explicativo foi considerado baixo, com R^2 de 1,7% apenas.

No grupo de indicadores de moedas tradicionais, a moeda USD alcançou significância ao nível de 10%, com sinal do coeficiente positivo, e a moeda *Yuan* alcançou significância a 1%, bem mais robusto, e com sinal negativo.

No grupo de indicadores *commodities*, o ouro, com nível de 5%, e a soja, com o nível de 1%, foram os produtos que conseguiram explicar significativamente o comportamento da variação de preços da *Bitcoin*, ambos com sinal positivo do coeficiente.

Já no grupo de indicadores de bolsa, apenas o resultado da NASDAQ alcançou significância no resultado do p-valor, ao nível de 10%, e com sinal positivo.

O destaque para essa modalidade de resultados encontra-se em Soja e *Yuan*, com significância robusta, salientando que ambos os indicadores possuem uma forte participação na economia da China.

A criptomoeda *Ethereum* teve sua cotação iniciada no ano de 2018, não possuindo, portanto, variações de valor suficientes no período estudado para se realizar a análise.

4.2.2. Estatística Anual da Criptomoeda *Bitcoin*

A seguir são apresentados os dados anuais das regressões que resultaram significantes para a criptomoeda *Bitcoin*:

Tabela 07: Estatística Anual da *Bitcoin*

Ano	Indicadores Significativos	p-Valor	R-quadrado	Indicadores Excluídos
2015	Soja	0,0786*	0,024323	CAD, <i>Down Jones</i> , Libra e FTSE
	<i>Yuan</i>	0,013**		
2016	<i>Nikkei</i>	0,0473**	0,052536	CAD, <i>Down Jones</i> , Libra, FTSE, <i>Yen</i>
	Ouro	0,0583*		
2017	Soja	0,098*	0,022103	<i>Yen</i> , <i>Down Jones</i> , Libra e <i>Yuan</i>
	Min. Ferro	0,0717*		
2018	Ouro	0,0919*	0,053623	CAD, Libra e <i>Down Jones</i>
	Soja	0,0283**		
2019	USD	0,0822*	0,052578	CAD, <i>Down Jones</i> , Libra, FTSE, Ibovespa
	<i>Yen</i>	0,0143**		
	<i>Yuan</i>	0,0506*		
	<i>Nikkei</i>	0,0522*		

Observa-se que anualmente há diversos indicadores que possuem relevância estatística com a *Bitcoin*. Nota-se que no grupo de commodities a soja resultou significativa nos anos 2015, 2017 e 2018, enquanto o ouro teve resultados positivos nos anos 2016 e 2018, e minério de ferro em 2018.

Já no grupo de índices de bolsa, apenas o *Nikkei* foi significativa nos anos 2016 e 2019. No grupo de moedas, há resultados significativos para *Yuan* em 2016 e 2019, e USD em 2019. Percebe-se que os resultados foram relativamente dispersos, não sendo possível identificar uma concentração ou tendência que pudesse explicar de forma contínua o comportamento dos preços da criptomoeda *Bitcoin* ao longo do período estudado.

Da mesma forma, o poder explicativo dos resultados significantes foi baixo, em nenhum ano as variáveis independentes explicaram robustamente a variação de preços da *Bitcoin*, tendo um valor máximo de 5,36%.

4.2.3. Estatística Anual da Criptomoeda *Ripple*

Tabela 08: Estatística Anual da *Ripple*

Ano	Indicadores Significativos	p-Valor	R-quadrado	Indicadores Excluídos
2015	<i>Yen</i>	0,0601*	0,030711	CAD, <i>Down Jones</i> , Libra e FTSE
	Min. Ferro	0,0972*		
2016	Não houve nenhum	-	-	CAD, <i>Down Jones</i> , Libra, FTSE, <i>Yen</i>
2017	FTSE	0,0079***	0,03279	<i>Yen</i> , <i>Down Jones</i> , Libra e <i>Yuan</i>
	Soja	0,0382**		
2018	Não houve nenhum	-	-	CAD, Libra e <i>Down Jones</i>
2019	<i>Nasdaq</i>	0,0189**	0,040334	CAD, <i>Down Jones</i> , Libra, FTSE, Ibovespa

Há relações estatísticas da *Ripple* com os indicadores propostos, em 3 dos 5 anos analisados. No grupo de commodities, minério de ferro resultou significativa no ano de 2015, e

soja no ano de 2017. Das moedas utilizadas no estudo, apenas o *Yen* foi significativo no ano de 2015, enquanto no grupo de índices de bolsa, teve-se FTSE em 2017 e Nasdaq em 2019.

Novamente as relações significantes encontradas não foram suficientes para indicar uma tendência no sentido de explicar satisfatoriamente o comportamento da criptomoeda *Ripple*, no período estudado. Com relação ao poder explicativo dos resultados, o valor máximo foi de 4,03%, considerado de baixo poder explicativo.

Em nenhum dos anos, quando se analisa tanto *Bitcoin* como *Ripple*, os indicadores independentes propostos chegaram à casa de 6,0% de poder explicativo (R^2), comprovando que embora haja uma relação estatística entre as criptomoedas e os indicadores propostos neste estudo, não são estes que influenciam robustamente a variação de preços das criptomoedas. Apesar de alguns indicadores serem recorrentes na lista (como a Soja, presente em 3 dos 5 anos da *Bitcoin* como indicador significativo), o grau de influência dos indicadores independentes propostos resultado baixo.

Novamente, a criptomoeda *Ethereum* não apresentou relação estatística significativa com nenhum dos indicadores propostos, quando analisada individualmente nos anos de 2018 e 2019.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo identificar indicadores econômico-financeiros que poderiam explicar o comportamento de variação de preços das criptomoedas *Bitcoin*, *Ripple* e *Ethereum*, analisadas no período de 2015 a 2019.

Foi possível observar uma relação estatisticamente significativa entre os indicadores propostos e as criptomoedas *Bitcoin* e *Ripple*, em alguns períodos e para alguns indicadores, utilizando o método estatístico de regressão linear múltipla. Entretanto os resultados obtidos não apresentaram um padrão ou tendência satisfatória no sentido de explicar o comportamento dos preços das criptomoedas.

Já quanto ao poder explicativo das regressões que resultaram com algum coeficiente significantes, o R^2 , estes não foram robustos em explicar a variação de preços das criptomoedas. Observou-se uma baixa intensidade nos resultados, não ultrapassando os 6%. Ademais, nenhum dos indicadores sugeridos apresentou relação estatística em todos os anos propostos quando analisados individualmente (de 2015 a 2019), não sendo possível assim afirmar que as criptomoedas possuem um elemento que influencie constantemente a variação de seu valor.

Conclui-se, portanto, que o presente trabalho atingiu os objetivos buscados, complementando o estudo de Inan (2018) que afirmou que os eventos políticos, sociais e econômicos não afetam de maneira significativa a variação de preços das criptomoedas. Os resultados deste estudo apontam que as variações de preço das criptomoedas não podem ser explicadas, de maneira robusta, por nenhum dos indicadores propostos, no período estudado. Embora alguns destes indicadores em alguns anos possuam relações estatísticas com os preços das moedas virtuais, o grau e a frequência com que estes podem explicar as variações não foi robusto.

É possível concluir ainda, a partir dos resultados obtidos, que as criptomoedas sofrem influência dos demais indicadores econômicos mundiais, mesmo que de forma aleatória, sugerindo que seu comportamento de preços não é completamente independente de outros

indicadores ou acontecimentos econômicos e financeiros mundiais sem, entretanto, ter sido possível identificar uma direção ou sentido definitivo desse comportamento.

Considera-se, entretanto, as evidentes limitações deste estudo, principalmente com relação às variáveis utilizadas, o período de estudo, e o método estatístico aplicado, os quais podem e devem ser revistados e ampliados em futuras pesquisas. Assim como em Inan (2018), sugere-se a análise da variação de preços das criptomoedas com elementos e eventos ligados ao meio digital, como por exemplo o impacto causado pelo surgimento de novas criptomoedas, como a trazida por Zimoginski (2020).

Recomenda-se, portanto, a continuidade de pesquisas nesse tema, considerado de grande importância tanto para a compreensão do comportamento desses ativos na economia, quanto para a ampliação do conhecimento acadêmico do assunto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRELA, Lucas. Primeiro “banco digital” usa blockchain em transações: nova empresa quer promover a adoção da tecnologia que registra operações de forma imutável. **Revista Exame**, [S. l.], 14 dez. 2018. Disponível em: <https://exame.abril.com.br/tecnologia/primeiro-banco-digital-usa-blockchain-em-transacoes/>. Acesso em: 7 nov. 2019.

ALONSO, João Vitor Cunha. **Criptomoedas: A luz da teoria econômica**. Orientador: Adriana Moreira Amado. 2018. 43 f. Monografia (Bacharel em Ciências Econômicas) - UNB, Brasília, 2018.

ASSAF NETO, A. **Finanças Corporativas e Valor**. 6ª. Ed., São Paulo: Editora Atlas, 2012.

AZEVEDO, Rita. As 20 maiores bolsas do mundo: bolsa brasileira aparece na 20ª colocação com pouco mais de 824 bilhões de dólares em valor de mercado. **Revista Exame**, [S. l.], p. 1-2, 16 abr. 2017. Disponível em: <https://exame.abril.com.br/mercados/as-20-maiores-bolsas-do-mundo/>. Acesso em: 7 nov. 2019.

BLACK, Fischer; SHOLES, Myron. The pricing of options and corporate liabilities. **Journal of political economy**, v. 81, n. 3, p. 637-654, 1973.

CARVALHO, Ana Luiza. BC quer lançar sistema de pagamentos instantâneos em 2020: objetivo é substituir, gradualmente, ferramentas como o DOC e o TED, que têm compensação mais lenta e custos altos. **Estadão**, São Paulo, 27 set. 2019. Disponível em: <https://economia.estadao.com.br/noticias/geral,banco-central-lancara-pagamentos-instantaneos-em-2020-dispensando-cartoes-com-uso-de-blockchain,70003021505>. Acesso em: 7 nov. 2019.

CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DAMODARAN, Aswath. **The Crypto Currency debate: future of money or speculative hype?**. Nova Iorque, 2017. Disponível em: <http://aswathdamodaran.blogspot.com/2017/08/the-crypto-currency-debate-future-of.html>. Acesso em: 6 nov. 2019.

DILL NETO, Milton Lopes. **Uma análise das inter-relações entre os retornos de índices das principais Bolsas de Valores do G7 e dos BRICS**. 2018. Dissertação (Pós-Graduação em Ciências Econômicas) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018.

FÁVERO, Luiz Paulo; BELFIORE, Patrícia. **Análise de dados: estatística e modelagem multivariada com Excel, SPSS e Stata**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.

GIACOMEL, Felipe dos Santos. **Um método algorítmico para operações na Bolsa de Valores baseado em ensembles de redes neurais para modelar e prever os movimentos dos mercados de ações**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

HILL, Austin. **Bitcoin: Is Cryptocurrency Viable?**. 2014. CMC Senior Theses. Paper 902. Disponível em: https://scholarship.claremont.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1848&context=cmc_theses. Acesso em: 2 set. 2019.

INAN, Sinan. **Are cryptocurrency price changes predictable**. 2018. Dissertação (Mestrado em Economia) - Northeastern University of Boston, Boston, 2018. Disponível em: <https://repository.library.northeastern.edu/files/neu:cj82rh039/fulltext.pdf>. Acesso em: 2 set. 2019.

INVESTING. Disponível em: <https://br.investing.com/crypto/currencies>. Acesso em 07/11/2019.

LEE, David Kuo Chuen; GUO, Li; WANG, Yu. **Cryptocurrency: a new investment opportunity?**. [S. l.], 2018. Disponível em: https://ink.library.smu.edu.sg/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://scholar.google.com.br/&httpsredir=1&article=6783&context=lkcsb_research. Acesso em: 7 set. 2019.

LI, Xiaoqi *et al.* **A survey on the security of blockchain systems**. [S. l.], 2018. Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/1802.06993.pdf>. Acesso em: 12 maio 2020

LUCAS, Felipe Fortuna; BONIFÁCIO, Andréa Soares. **Criptomoedas: Formação de Carteiras de Investimento Através do Modelo de Markowitz**. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA OPERACIONAL E LOGÍSTICA DA MARINHA, 19., 2019, Rio de Janeiro, RJ. Rio de Janeiro: Centro de Análises de Sistemas Navais, 2019.

MARCONI, M. A; LAKATOS, E. M. **Metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

MARTINI, Marcos Felipe Gomes. **Renda fixa versus renda variável: uma análise descritiva entre as rentabilidades dos investimentos**. Disponível em: <http://businessstur.com.br/uploads/arquivos/c131f9abdf318c68b9c5f5fb8aa14a9b.pdf>.

NAKAMOTO, Satoshi. **Bitcoin: a peer-to-peer electronic cash system**. [S. l.], 2008. Disponível em: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>. Acesso em: 7 set. 2019.

OLIVEIRA, Kellimar Sales. **Criptomoeda no cenário financeiro brasileiro e o PL 2303 de 2015**. 2019. Monografia (Bacharelado em Direito) - UniEvangélica, Anápolis, 2019.

PIZZETTI, Félix. **A VOLATILIDADE DAS CRIPTOMOEDAS: Um estudo com utilização de modelos GARCH**. 2018. 61 páginas. Monografia do Curso de Administração de Empresas, da Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC.

SICHEL, Ricardo Luiz; CALIXTO, Sidney Rodrigues. **Criptomoedas: Impacto na economia global**. **Revista de direito da cidade**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 3, p. 1622-1641, 2018.

SILVA, Luiz Gustavo Doles. **A regulação do uso de Criptomoedas no Brasil**. 2017. Dissertação (Mestrado em Direito Político e Econômico) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2017.

ULRICH, Fernando. **Bitcoin**: A moeda na era digital. 1. ed. rev. São Paulo: Instituto Ludwig Von Mises Brasil, 2014.

VICENTE, Rafael José. **A criptomoeda como método alternativo para realizar transações financeiras**. [S. l.], 30 maio 2017. Disponível em: https://publicacao.uniasselvi.com.br/index.php/TI_EaD/article/view/1692/806. Acesso em: 21 ago. 2019.

ZIMOGINSKI, Felipe. **China anuncia criptomoeda própria em golpe fatal contra dinheiro em papel**. 29 abr. 2020. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/vozes/missao-china/china-anuncia-criptomoeda-propria-em-golpe-fatal-contra-dinheiro-em-papel/>. Acesso em: 01 mai. 2020.