

PREVISIBILIDADE NO MERCADO DE CRIPTOMOEDAS: UMA MODELAGEM AUTOREGRESSIVA COM DADOS EM PAINEL DO MARKET CAP

PREDICTABILITY IN THE CRYPTOCURRENCIES MARKET: AN AUTOREGRESSIVE MODELING WITH PANEL DATA OF MARKET CAP

AMANDA BEATRIZ NASATTO CORRÊA

Universidade Federal de Santa Catarina/UFSC

RONAN REIS MARÇAL

Universidade Federal do Rio de Janeiro/UFRJ

LEONARDO FLACH

Universidade Federal de Santa Catarina/UFSC

Recebido em 25/03/19

Avaliado pelo sistema *double blind review*

Aceito para publicação pelo Editor Chefe Dr. Leonardo José Seixas Pinto em 10/07/19 e publicado em 29/07/19

RESUMO

O mercado de criptomoedas tem sido objeto de interesse de diversas pesquisas recentes, contudo, a literatura sugere que o tema ainda possui diversas lacunas a serem exploradas. Dentre esses potenciais gaps a serem estudados, tem-se a condição de previsão das cotações das moedas virtuais. Assim, o objetivo da presente pesquisa consistiu em determinar o poder de previsibilidade no mercado de criptomoedas diante de suas respectivas cotações defasadas. Para cumprir este objetivo, foram coletadas as cotações diárias de moedas virtuais diante da plataforma *CoinMarket.com* durante o período de 02/10/2017 a 31/12/2018. Foram selecionadas para a pesquisa as 10 maiores criptomoedas em termos de volume de negociação. O período amostral remete ao intervalo cronológico ao qual todas as criptomoedas estudadas tivessem dados observáveis sobre suas cotações. Após o tratamento dos dados, foi obtida uma amostra final de 4.550 observações que foram analisadas diante de um modelo autoregressivo com dados em painel cuja abordagem foi a dos efeitos fixos. Considerando um nível de confiança de 99%, os resultados da pesquisa indicam que não se pode refutar a hipótese geral de pesquisa formulada, qual seja, de que o *Market Cap* defasado das criptomoedas observadas consegue explicar a mesma medida no momento presente. O resultado dessa pesquisa preenche a lacuna apontada por Nasir *et al.* (2019), além de reportar a não eventualidade das criptomoedas para o período observado, sugerindo uma equiparação aos estudos sobre persistência dos lucros realizados no mercado de capitais. Como análise complementar, foi verificada ainda a diferença de média entre as criptomoedas observadas considerando a relevância da Bitcoin frente às moedas alternativas denominadas *altcoins*.

Palavras-Chave: *MarketCap*; Criptomoedas; *Blockchain*; Moedas Virtuais.

ABSTRACT

The market for cryptocurrencies has been subject of interest in several recent researches, however, the literature suggests that the topic still has several gaps to be explored. Among these potential gaps to be studied, one has the prediction condition of the virtual currency quotations. Thus, the objective of the present research was to determine the predictability power in the cryptocurrencies market in relation to their respective lagged quotations. To aim this objective, daily quotations of virtual currencies were collected from the *CoinMarket.com* platform during the period from 10/10/2017 to 12/31/2018. The 10 largest crypto-currencies in terms of trading volume were selected for the survey. The sample period refers to the chronological interval to which all the crypto-coins studied had observable data on their quotations. After the data

treatment, a final sample of 4,550 observations was obtained that were analyzed before an autoregressive model with panel data whose approach was the fixed effects. Considering a 99% confidence level, the research results indicate that it is not possible to refute the general hypothesis of formulated research, that is, that the Market Cap lagged from the observed cryptocurrencies can explain the same measure in the present moment. The result of this research fills the gap pointed out by Nasir *et al.* (2019), in addition to reporting the non-eventuality of the cryptocurrencies for the observed period, suggesting a similarity to the studies on persistence of profits realized in the capital market. As a complementary analysis, we also verified the average difference between the cryptocurrencies observed considering the relevance of Bitcoin against the alternative currencies denominated altcoins.

Keywords: Market Cap; Cryptocurrencies; Blockchain; Virtual Currencies.

1. INTRODUÇÃO

A inovação tecnológica tem forte chance de ser a origem da riqueza humana e também um alicerce fundamental para o crescimento econômico. Assim sendo, a inovação tecnológica é capaz de expandir o benefício de todos os produtos e também mitigar os custos incorridos nos produtos. Logo, tal medida impulsionará uma melhora no processo produtivo aumentando a competitividade entre empresas (LIU e ZOU, 2019).

Com o avanço da tecnologia, o mundo está sendo guiado pela análise dos dados. No entanto, nesse processo, podem ocorrer falhas, o que torna a segurança digital um item indispensável. Contudo, há inconvenientes em relação a vazamentos de informações. Assim, os provedores de serviços voltados à tecnologia necessitam do desenvolvimento de novos modelos de segurança. E uma das tecnologias que surgiu com notável capacidade para suprir essa demanda foi o *blockchain* (FERREIRA, PINTO e SANTOS, 2017).

De modo geral, o *blockchain* é uma cadeia de blocos, ou seja, uma espécie de base de dados que armazena registros de transações permanentemente e de forma totalmente protegida contra a violação. *Blockchain* tem o intuito de formar uma lista global com todas as transações que acontecem em algum mercado estipulado. A tecnologia *blockchain* pode ser utilizada em diversos âmbitos, apesar de seu foco estar presente nas transações financeiras (KNIRSCH, UNTERWEGWER e ENGEL, 2019).

Apesar disso, Rocha e Migliorini (2019) constataram que essa é uma tecnologia ainda bastante desconhecida pela maioria das pessoas, sendo comparável com a *internet*, que foi a maior tendência tecnológica em um passado recente.

Blockchain pode ser utilizado de forma ampla, muito embora tenha obtido fama diante das criptomoedas que, por sua vez, aparentam ter capacidade para revolucionar os sistemas de pagamentos e as práticas do sistema monetário e financeiro (CARVALHO *et al.*, 2017).

Com relação aos preços das criptomoedas (ou moedas virtuais), fatores de desenvolvimento macroeconômico e financeiro global são mais relevantes na formação do preço do que fatores específicos, como oferta e demanda. Logo, a formação do preço das criptomoedas no futuro é inerentemente complicada em termos de previsibilidade (CIAIAN; RAJCANIOVA e KANCS, 2018).

Sovbetov (2018) constatou que, no ano de 2017, o uso e a fama das criptomoedas elevaram-se significativamente. Como consequência, os preços subiram pelo simples fato de que as pessoas estavam investindo quantias relevantes em ativos que nem sequer tinham previsão de gerar receita.

Atualmente, no mercado de criptomoedas, há mais de 2.000 diferentes criptomoedas em circulação. Elas são utilizadas como método de troca em negócios específicos ou como direitos a ativos ou passivos (OLIVA, BORONDO e CLAVERO, 2019).

No entanto, surgiram preocupações e incertezas sobre o futuro das criptomoedas considerando a livre negociação em trocas digitais sem a regulação de nenhum banco central. De modo geral, há duas visões: a) que esse mercado é uma bolha sem ativos reais, que inevitavelmente

irá se extinguir com uma “explosão”; b) que tal mercado se tornará uma oportunidade para milhões de pessoas participarem de uma rede financeira mundial avaliada em dezenas de trilhões de dólares (Sovbetov, 2018).

Diante desses fatos, as criptomoedas têm sido amplamente discutidas. O enfoque especial é fornecido para o Bitcoin, dado seu volume e efeito precursor. Entre os temas mais debatidos constam: as características naturais das criptomoedas; as possíveis transformações derivadas das criptomoedas na estrutura do sistema monetário e financeiro mundial; e o comportamento dos bancos diante de tal inovação (CARVALHO *et al.*, 2017).

Dada a relevância deste novo ativo no cenário mundial, Nasir *et al.* (2019) destacam a previsibilidade das cotações das moedas virtuais como um dos pontos mais importantes para os investidores. Sovbetov (2018) explica que diante do avanço das criptomoedas, estas passaram a ser alvo de pesquisas econômicas e financeiras, todavia, a literatura nessa área ainda é pequena, fato decorrente de se tratar de um mercado ainda incipiente. Portanto, este tema representa uma lacuna acadêmica a ser explorada.

Considerando a lacuna preliminarmente referida sobre a relevância da previsibilidade da cotação das criptomoedas e, principalmente, os potenciais reflexos macro e microeconômicos derivados desses ativos em âmbito global, esta pesquisa busca responder ao seguinte questionamento: *É possível prever a cotação das criptomoedas diante de suas cotações defasadas?*

Os resultados da presente pesquisa contribuem em duas frentes: a) na vertente acadêmica, ao dispor novos resultados que irão ajudar a compor um ainda ínfimo grupo de pesquisas, permitindo futuras comparações de achados e, conseqüentemente, permitindo o avanço da ciência; b) na visão dos investidores, ao dispor um modelo econométrico que permite visualizar a previsão de cotações futuras diante de dados já existentes, fornecendo a estes investidores, portanto, uma métrica de confiança para suas tomadas de decisão em torno das criptomoedas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Na presente seção serão aprofundados alguns conceitos acerca da tecnologia *blockchain* e das criptomoedas de forma a apresentar a literatura presente sobre o tema e discutir os resultados de pesquisas científicas anteriores sobre o tema.

2.1 *Blockchain*

A tecnologia *blockchain* é considerada um livro acessível e compartilhado no qual são fichados e verificados dados que o próprio sistema gerou. Cabe salientar todo esse processo é feito de maneira automática, ou seja, sem nenhum mediador de confiança. Esse sistema não permite modificações nos dados. Isto significa que os dados armazenados não poderão sofrer alterações retroativas (BARON, 2017).

Essa tecnologia desenvolve registros para todas as transações efetuadas e, após isso, disponibiliza todos os registros em modo público. Assim, seja qual for o registro, ele pode ser facilmente acessado por qualquer usuário que usufrua da rede (SCHIAVON, 2016).

Sichel e Calixto (2018) afirmam que a *blockchain* consente que os dados sejam distribuídos constantemente e que sejam disponibilizados para todos os usuários interessados de forma descentralizada e transparente. Assim, torna-se dispensável a utilização de um mediador para articular tal processo, uma vez que o sistema gera os dados de forma confiável, correta e livre de fraudes.

Nessa perspectiva, os usuários do *blockchain* se interessam por essa tecnologia em função de algumas particularidades: a) a segurança diante do uso da criptografia; b) o anonimato, ao não revelar os nomes de seus usuários; e c) a integridade dos dados, por não requerer um mediador para realizar as transações. Vale destacar que essa tecnologia está em voga nas indústrias de serviços financeiros, todavia ela pode ser utilizada em qualquer tipo de segmento (SCHIAVON, 2016; FERREIRA *et al.*, 2017).

Exemplos de aplicação da tecnologia *blockchain* são: os *smart contracts* (contrato inteligente); o *cloud computing* (computação na nuvem); sistemas de votação; registros de propriedade intelectual, dentre outros (KOSBA *et al.*, 2015).

Cabe destacar, contudo, que diante da característica de descentralização, ou seja, a ausência de um órgão regulador ou entidade central, a tecnologia *blockchain* implica necessariamente em discussões jurídicas e políticas complexas (DIESTELMEIER, 2019).

Portanto, trata-se de uma tecnologia de registro distribuído (*distributedledger technology*), que possui um sistema de prevenção de fraudes consistente e apresenta transparência por ser um registro aberto. Deste modo, a tecnologia *blockchain* consiste no sistema que passou a ser à base das criptomoedas (SCHIAVON, 2016).

2.2 Criptomoedas

Para Schiavon (2016), foi graças à *blockchain* que o campo das moedas digitais foi inovado, incorporando aumento na segurança, transparência e fidedignidade às operações. Anteriormente, as moedas digitais eram centralizadas e o governo podia atacar em um único ponto para controlar todo o sistema.

De maneira breve, as criptomoedas são moedas virtuais, transformáveis e descentralizadas, que têm como particularidade a característica de serem amparadas por criptografia (FOLLADOR, 2017).

Isto é, outros usuários conseguem visualizar que uma determinada operação foi efetuada. Entretanto, não é possível saber a identidade das partes envolvidas. Isso se deve ao fato da utilização da metodologia *peer-to-peer* (P2P), a qual possibilita que o usuário crie um pseudônimo para operar sem revelar sua identidade (KUZUNO e TZIAKOURIS, 2018).

As criptomoedas são moedas verdadeiras com natureza privada e descentralizada como características marcantes. Os custos desses ativos são bem inferiores que as demais formas de pagamento e transferência de bens existentes (CARVALHO *et al.*, 2017).

Essa mitigação de custos decorre da inexistência de uma entidade mediadora, pois assim, o controle dos recursos fica a cargo dos próprios usuários, conforme explicam Kuzuno e Tziakouris (2018).

Para Sovbetov (2018), a atratividade das criptomoedas está sujeita ao tempo. Corroboram este entendimento Kuzuno e Tziakouris (2018), ao afirmarem que no decorrer do tempo o valor de mercado e a quantidade de usuários de criptomoedas cresceram exponencialmente, com destaque para a Bitcoin.

De modo geral, as criptomoedas ocasionaram transformações no padrão de como as pessoas efetuam operações financeiras e compram produtos. Cabe ressaltar também que diante da segurança e do anonimato, as criptomoedas têm cativado, igualmente, particulares com interesses burlistas, tal qual a lavagem de dinheiro (CAMPBELL-VERDUYN, 2018). Kuzuno e Tziakouris (2018) já haviam salientado que tudo pode ser realizado de maneira segura e anônima e que, por consequência, isso poderia simplificar práticas criminosas.

No que se refere às criptomoedas, o maior destaque fica a par da Bitcoin, possivelmente por ser a criptomoeda precursora no mercado. Contudo, há milhares de outros tipos de criptomoedas. Essas moedas virtuais alternativas são chamadas de maneira generalizada como *altcoins*, sendo exemplos de *altcoins* relevantes: a Ethereum, a Ripple (XRP), a Litecoin, entre outras (FOLLADOR, 2017).

O Bitcoin, assim como qualquer criptomoeda, segue as mesmas características gerais das suas correlatas, ou seja: é descentralizada; é usada para pagamentos virtuais; é usada para garantir a segurança, e é criptografada (LUCIANO, 2018). A criptografia, além de garantir a segurança, limita a criação de bitcoins e impede o gasto duplo, ou seja, não permite que o usuário gaste o mesmo bitcoin mais de uma vez. Vale destacar que não há nenhuma garantia do Estado (CARVALHO *et al.*, 2017).

No que diz respeito ao anonimato, Follador (2017) assegura que é apresentada no registro público apenas a quantidade de bitcoins que deixou uma determinada carteira A e foi incluída em uma determinada carteira B, mas não há qualquer menção sobre a titularidade de ambas as carteiras.

Consoante a isso, também é desconhecida a movimentação física dos bitcoins, sendo atestados apenas os registros na rede *blockchain*. Estes registros, por sua vez, não estão gravados em um único computador, mas em cada computador da rede (FOLLADOR, 2017).

2.3 Estudos Anteriores

Ferreira *et al.* (2017) realizam um mapeamento sistemático visando compreender como a tecnologia *blockchain* pode influenciar a sociedade, quais as suas vantagens e seus principais desafios. Após analisarem 21 artigos seminais, os autores apontam um potencial disruptivo dessa tecnologia ao considerar que a *blockchain* pode tornar-se relevante para modificar a economia como um todo.

Campbell-Verduyn (2018), por sua vez, enfatiza a exigência do monitoramento e da investigação de maneira contínua para garantir o combate à lavagem de dinheiro via criptomoedas, principalmente durante o período de transições tecnológicas.

Em relação às criptomoedas, Ciaian *et al.* (2018) analisam Bitcoins e *altcoins* em uma abordagem de séries temporais entre 2013 e 2016. Dentre os resultados, os autores conseguem inferir que há uma relação de interdependência entre a principal criptomoeda e as criptomoedas alternativas.

Já Sovbetov (2018) busca investigar os fatores determinantes para a formação do preço de cinco criptomoedas, quais sejam: Bitcoin, Ethereum, Dash, Litecoin e Monero. A amostra intervalada entre os exercícios de 2010 e 2018 aponta um achado de que o reconhecimento da atratividade das criptomoedas é sujeito ao fator tempo.

Rocha e Migliorini (2019), em uma pesquisa com profissionais contábeis, observaram que estes têm baixo nível de conhecimento sobre *blockchain*. O estudo de caráter dedutivo abarcou 526 respostas para tal inferência. Esse resultado denota o desconhecimento da tecnologia por alguns profissionais que, teoricamente, deveriam estar envolvidos nessa questão.

Nasir *et al.* (2019) analisaram a previsibilidade do volume e dos retornos da Bitcoin diante da incidência de pesquisas no Google. Os dados foram analisados de forma semanal entre 2013 e 2017. O resultado da pesquisa sugere que a frequência de pesquisas sobre Bitcoin na referida plataforma de busca amplia o volume da criptomoeda, bem como tende a direcionar retornos positivos para esta.

Oliva, Borondo e Clavero (2019), em uma pesquisa realizada na Espanha, encontram evidências de que a maioria dos respondentes – adultos com formação universitária – não considera arriscado operar no mercado das criptomoedas, todavia, a disposição para gerenciar o risco é uma condição prévia, ou seja, as operações com criptomoedas dependem em grande parte da expectativa de desempenho.

3. METODOLOGIA DA PESQUISA

A pesquisa vale-se de uma abordagem quantitativa de caráter empírico-positivista ao realizar análises diante de dados coletados de uma base prévia (MARTINS e THEÓPHILO, 2009).

No caso, a informação coletada remete à cotação diária das criptomoedas (*MarketCap*) diante da plataforma *CoinMarket.com*. Destaca-se que tal medida remete ao preço do ativo multiplicado pelo seu respectivo fornecimento circulante. Assim, esta métrica captura o valor relativo de uma determinada criptomoeda em comparação com as demais.

A amostra fica delimitada as 10 maiores criptomoedas em termos de volume de negociação, quais sejam, em ordem alfabética: BinanceCoin; Bitcoin; Bitcoin Cash; Cardano; EOS; Ethereum; Litecoin; Stellar; Tether; e XRP. Este ranking foi considerado diante das informações da plataforma *CoinMarket.com* em 30/05/2019.

A delimitação cronológica se inicia do momento em que existiam cotações disponíveis para todas as 10 criptomoedas selecionadas. Esta data remete a 02/10/2017. O fim do período amostral, por sua vez, foi em 31/12/2018.

Ao fim da coleta foi possível obter um total de 4560 observações. Todavia, diante da proposta de um modelo autoregressivo, foi necessário eliminar a primeira linha de observação de cada criptomoeda, uma vez que o período defasado não estaria presente. Portanto, foram eliminadas 10 observações, resultando em uma amostra final de 4550 observações referentes a 10 diferentes moedas virtuais, ou seja, 455 observações para cada uma dessas criptomoedas.

Diante da existência de dados em todos os períodos para todas as unidades identificadoras, foi possível realizar análises de regressão diante de um painel totalmente balanceado. Isso permitiu o acompanhamento cronológico adequado das observações, conforme salientam Gujarati e Porter (2011).

O modelo proposto para essa pesquisa é descrito da seguinte forma:

$$MktCAP_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 MktCAP_{i,t-1} + \mu$$

Onde:

$MktCAP_{i,t}$ é a variável de resposta representada pelo *Market Cap* da criptomoeda i , no período t ;

$MktCAP_{i,t-1}$ é a variável de estímulo representada pelo *Market Cap* da criptomoeda i , no período $t-1$;

β_0 é o intercepto da regressão;

β_1 é o coeficiente angular da regressão;

μ é o termo de erro da regressão.

Com os resultados obtidos diante do modelo proposto foi possível verificar a hipótese geral de pesquisa apresentada a seguir:

H₀: O *Market Cap* diário defasado de uma criptomoeda x é capaz de explicar o *Market Cap* diário presente dessa mesma moeda x .

Essa hipótese tem caráter exploratório sendo sustentada diante da relevância da condição de previsibilidade das criptomoedas apontada por Nasir *et al.* (2019).

De forma complementar, foi realizado um sumário descritivo das informações coletadas e, também, um teste de diferença de médias entre o *Market Cap* das criptomoedas observadas.

Todos os testes foram executados considerando sempre um nível de 99% de confiança mediante uso do *software* STATA[®].

4. ANÁLISES DOS RESULTADOS

A tabela 1, a seguir, apresenta o primeiro passo dessa seção, que remete ao resumo estatístico descritivo da variável *Market Cap* (MktCAP).

Tabela 1 – Estatística descritiva – MktCAP

Média	R\$ 24.214.875.313,87
Mediana	R\$6.325.325.645,50
Desvio-Padrão	43373063302,32
Mínimo	R\$592.960,01
Máximo	R\$326.502.485.530,00

Fonte: Dados da pesquisa.

É possível perceber um distanciamento elevado da média em relação à mediana do conjunto de dados. Como a média é superior, é viável afirmar que há uma intervenção dos valores extremos positivos. Isso pode ser confirmado diante da medida de dispersão (no caso, o desvio-padrão) e da discrepância entre o valor máximo e valor mínimo (a amplitude).

Para fins de identificação primária, o gráfico 1 representa de forma gráfica a média do *Market Cap* de cada uma das 10 criptomoedas.

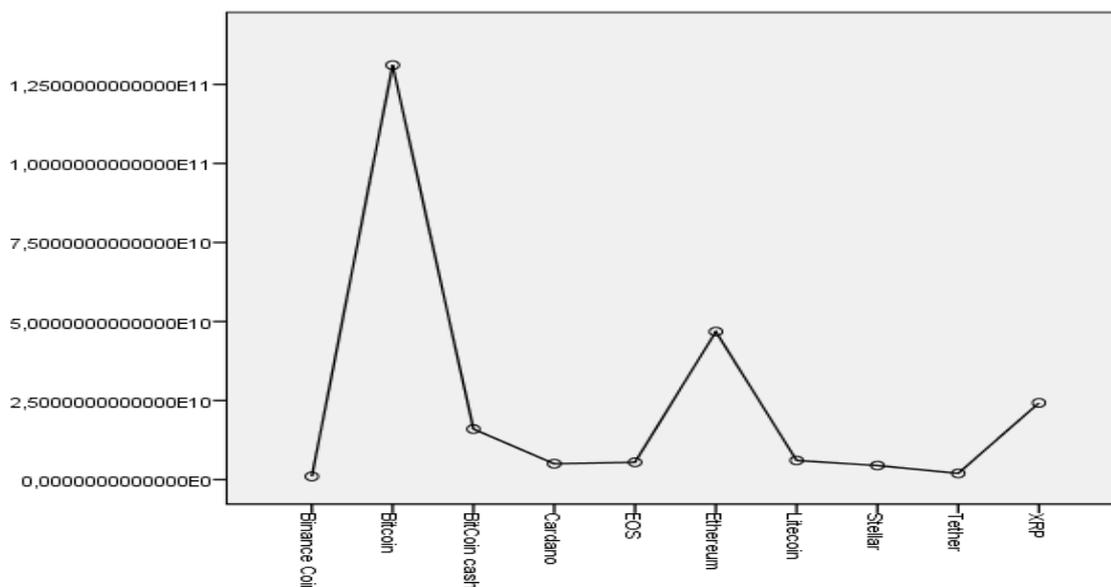


Gráfico 1 – Market Cap por criptomoeda

Fonte: Dados da pesquisa.

Nota: Eixo Y representado pelo Market Cap e eixo X representado pelas criptomoedas.

Tal qual comentado por Follador (2017) e Carvalho *et al.* (2017), é evidente a supremacia da Bitcoin diante das *altcoins*. O gráfico 1 indica que seria esta criptomoeda a responsável pelo acúmulo de valores extremos na cauda superior da distribuição.

Para a devida averiguação desta diferença, conforme mencionado no método desta pesquisa foi realizado um teste de diferença de médias. Conforme explicam Corrar, Paulo e Dias Filho (2007), para o uso de um teste de diferença de médias paramétrico, são necessárias duas premissas básicas: a normalidade dos dados e a homogeneidade das variâncias. Os resultados destes testes constam na tabela 2.

Diante do elevado número de observações para cada grupo, o teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov (KS) é mais adequado do que o teste Shapiro-Wilk (SW). Por sua vez, a homogeneidade de variâncias foi analisada por meio do teste de Levene (CORRAR, PAULO e DIAS FILHO, 2007).

Tabela 2 – Testes de Normalidade e Homogeneidade das variâncias - MktCAP

Painel A – Teste KS			
<i>Criptomoeda</i>	<i>Estatística do teste</i>		<i>Sig.</i>
BinanceCoin	0,103		0,000
Bitcoin	0,134		0,000
Bitcoin Cash	0,114		0,000
Cardano	0,186		0,000
EOS	0,090		0,000
Ethereum	0,116		0,000
Litecoin	0,159		0,000
Stellar	0,101		0,000
Tether	0,211		0,000
XRP	0,179		0,000
Painel B – Teste de Levene			
<i>Estatística do teste</i>	334,020		<i>Sig.</i> 0,000

Fonte: Dados da pesquisa.

Frente aos resultados apontados na tabela 2, verifica-se que ocorreram rejeições das hipóteses nulas de ambos os testes, ou seja, os dados não apresentam normalidade e também não há variâncias homogêneas entre si. Destarte, fez-se necessário o uso de uma medida não paramétrica. Por se tratarem de 10 categorias diferentes, o teste aplicado foi o de Kruskal-Wallis.

O referido teste apontou uma estatística Qui-quadrado de 3477,478 cujo p-valor correspondente é de 0,000. Assim, considerando o nível de confiança de 99% proposto para essa pesquisa, pode-se afirmar que as médias do *Market Cap* são diferentes dentre as criptomoedas observadas para ao menos uma categoria. Este resultado sugere discrepâncias relevantes entre as criptomoedas, ainda que tenham sido consideradas as 10 maiores do mercado.

Dando seqüência ao trabalho e em busca do cumprimento do objetivo da pesquisa, são apresentados a seguir os resultados dos pressupostos básicos necessários para a análise de regressão, bem como os resultados do modelo em si.

Tabela 3 – Pressupostos básicos e escolha de abordagem para o modelo de pesquisa

Painel A – Pressupostos básicos		
<i>Teste</i>	<i>Chi²</i>	<i>Sig.</i>
Jarque-Bera	7,5 e+06	0,000
Breusch-Pagan	4640,09	0,000
Painel B – Escolha da abordagem dos dados		
<i>Teste</i>	<i>F / Chibar² / Chi²</i>	<i>Sig.</i>
Chow	37,11	0,0000
LM Breusch-Pagan	402,83	0,0000
Hausman	0,00	1,0000

Fonte: Dados da pesquisa.

Conforme Corrar, Paulo e Dias Filho (2007), o teste Jarque-Bera é adequado para a verificação da normalidade dos resíduos. E, para Gujarati e Porter (2011), o teste Breusch-Pagan é realizado para averiguar a homocedasticidade dos resíduos. Os resultados do painel A da tabela 3 indicam a rejeição da hipótese nula de ambos os testes.

Em relação a não normalidade dos resíduos, foi considerado o relaxamento de tal pressuposto diante do tamanho da amostra e em respeito ao Teorema do Limite Central. Já quanto aos resíduos heterocedásticos, foi realizada a correção robusta de White para adequação dos erros-padrão.

Sobre o painel B, tem-se que os testes de Chow e Multiplicador de Lagrange de Breusch-Pagan tiveram suas hipóteses nulas refutadas, ao passo que para o teste de Hausman não foi rejeitada a hipótese nula. A combinação desses resultados indica a abordagem dos efeitos fixos como a mais adequada para amostra da pesquisa (GUJARATI e PORTER, 2011).

Por se tratar de uma abordagem que controla o efeito do tempo nos dados, fez-se necessária, também, a verificação da autocorrelação serial na regressão. Para isso, foi realizado o teste de Wooldridge, que de acordo com Drukker (2003), indica a presença de autocorrelação de primeira ordem, caso haja refutação de sua hipótese nula.

O referido teste apresentou um p-valor de 0,000. Destarte, dado que $0,000 < 0,01$, há incidência do problema de autocorrelação nos dados. Como correção para este problema, foi adotada a análise de agrupamentos (*clusters*) dos erros-padrão nas unidades identificadoras, conforme sugerido por Hoechle (2007). Após a adoção de todos os devidos procedimentos, o resultado auferido pelo modelo de pesquisa proposto foi:

Tabela 4 – Resultados – Equação (2)

Painel A				
MktCAP	Coeficiente	Erro Padrão	Razão-t	p-valor
MktCAP _{t-1}	0,8247333	0,0590989	13,96	0,000***
Intercepto	4,24e+09	1,43e+09	2,96	0,016**
Painel B				
R ²	92,07	N° de observações	4550	
F	194,75	p-valor (F)	0,000***	

Nota: * representa significância estatística a 90% de confiança; ** representa significância estatística a 95% de confiança; *** representa significância estatística a 99% de confiança;

Fonte: Dados da pesquisa.

Diante de um nível de 99% de confiança é possível afirmar a validade do modelo proposto, vide p-valor (F) $0,000 < 0,01$. Além disso, pode-se inferir que o modelo consegue explicar aproximadamente 92% da variação do *Market Cap* presente das criptomoedas observadas.

A variável de interesse, *Market Cap* defasada, quando aumentada em uma unidade, geraria um reflexo positivo aproximado de 0,83 unidades no *Market Cap* do período presente. Assim, não se pode refutar a hipótese geral formulada nessa pesquisa diante dos dados observados, ou seja, não é válido afirmar que o *Market Cap* do período anterior (diário) não consegue explicar a formação do *Market Cap* atual das 10 criptomoedas elencadas nessa pesquisa.

Não há resultados anteriores comparáveis a este achado, sendo a hipótese testada de forma exploratória. Mas talvez, ao considerarmos as moedas virtuais comparáveis aos ativos disponíveis no mercado de capitais, a influência positiva do *Market Cap* defasado no *MarketCap* presente seja correlata à persistência dos lucros, definida por Kolozsvari e Macedo (2016) como a não eventualidade dos lucros.

Dechow, Ge e Schrand (2010) haviam salientado que essa característica agrega confiança aos investidores uma vez que lucros persistentes são menos suscetíveis a erros. Portanto, o resultado obtido nessa pesquisa pode sugerir, de alguma forma, uma métrica de confiança para os investidores do mercado de criptomoedas.

Não obstante a isso, preenche-se aqui uma lacuna de pesquisa (previsibilidade das criptomoedas) apontada como relevante para os investidores por Nasir *et al.* (2019). Este resultado, no futuro, servirá de base para estudos equivalentes em diferentes intervalos cronológicos, por exemplo.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do avanço da tecnologia *blockchain* e do interesse no mercado de criptomoedas, uma ampla gama de recentes pesquisas têm focado seus interesses nos referidos temas. Todavia, tratam-se ainda de temas novos, pouco explorados. É natural a existência de lacunas de pesquisa nesse sentido. Nasir *et al.* (2019) apontaram a relevância de estudos sobre a previsibilidade das criptomoedas, tendo em vista que este seria um dos tópicos mais relevantes para os investidores.

Assim, esta pesquisa focou nesse *gap* ao tentar responder o seguinte problema de pesquisa: *É possível prever a cotação das criptomoedas diante de suas cotações defasadas?*

Para responder tal questionamento, o estudo utilizou o *Market Cap* das 10 maiores criptomoedas em termos de volume de negociação, sendo elas: BinanceCoin; Bitcoin; Bitcoin Cash; Cardano; EOS; Ethereum; Litecoin; Stellar; Tether; e XRP.

Foram coletados dados diários entre 02/10/2017 e 31/12/2018, visando manter um painel de dados plenamente balanceado. Ao final, a amostra montou a um total de 4550 observações que foram analisadas diante de um modelo autoregressivo.

Foi possível identificar que o *Market Cap* da Bitcoin é, de fato, muito maior que o das moedas alternativas (*altcoins*). Isso está de acordo com relatos de pesquisas anteriores. O valor foi consideravelmente discrepante e, visando realizar uma devida inferência nesse sentido, foi realizado um teste de diferença de médias que sustentou a ideia de diferença entre os valores médios de *Market Cap* das criptomoedas para ao menos uma categoria.

Destarte, seria incorreto tratar as criptomoedas observadas de forma generalizada, sustentando o uso de dados em painel para controle das variações no tempo e o controle das variações entre as unidades identificadoras.

Após a verificação da melhor abordagem (efeitos fixos) diante dos testes apropriados, foi possível identificar a significância estatística do modelo como um todo e, conseqüentemente, da variável de estímulo em questão (*Market Cap* defasado) para a explicação da variável de resposta (*Market Cap* presente). O modelo elaborado consegue explicar cerca 92% da variação de Y, sendo o coeficiente angular do regressor próximo a 0,82 unidades.

Com este resultado tem-se a não rejeição da hipótese geral de pesquisa, inicialmente descrita como: O *Market Cap* diário defasado de uma criptomoeda x é capaz de explicar o *Market Cap* diário presente dessa mesma moeda x .

Por não existirem estudos correlatos ao objetivo proposto, o achado dessa pesquisa supre uma lacuna acadêmica e passa a servir de parâmetro de pesquisa para estudos posteriores.

Todavia, ao menos em caráter exploratório, cabe destacar que o resultado geral da pesquisa é demasiadamente importante para investidores do mercado de criptomoedas, tal qual haviam salientado Nasir *et al.* (2019).

Mais que isso, foi proposta aqui a comparação dessa não eventualidade com a já disseminada linha de pesquisas sobre a persistência dos lucros no mercado de capitais que, por sua vez, denota igual importância para os investidores dada a redução do risco de valores discrepantes em sentido negativo.

Evidentemente, o estudo possui algumas limitações. A primeira diz respeito ao recorte amostral. Embora o uso de dados em painel seja benéfico, conforme visto anteriormente, para essa pesquisa, esta escolha metodológica limitou o período mínimo de coleta, que poderia ser superior se fossem consideradas apenas criptomoedas mais antigas.

Outra limitação diz respeito ao uso de uma única variável independente. Há, dessa forma, um risco de endogeneidade no modelo proposto. Porém, cabe destacar que, em se tratando de um estudo precursor na área, não haviam variáveis testadas anteriormente para uma possível inclusão no modelo como variáveis de controle.

Considerando essas questões, sugere-se que futuras pesquisas mantenham o escopo do modelo autoregressivo proposto, porém modificando o intervalo cronológico observado e as criptomoedas, se necessário. Outra alternativa de pesquisa é analisar a previsibilidade do *Market Cap* de criptomoedas individualmente diante de modelos autoregressivos em séries temporais, a exemplo das estimações ARIMA. Além disso, sugerimos a busca por argumentos teóricos que possibilitem a inclusão de novas variáveis ao modelo no intuito de controlar possíveis erros de especificação por omissão de dados relevantes.

REFERÊNCIAS

- BARON, J. Blockchain, accounting and audit: What accountants need to know. **Accounting Today**, 2017. Disponível em: <https://tax.thomsonreuters.com/blog/business/technology/blockchain-accounting-and-audit-what-accountants-need-to-know>. Acesso em: 20 Abril de 2019.
- CAIADO, J. Cointegração e Causalidade entre as Taxas de Juro e a Inflação em Portugal. **Escola Superior de Gestão**, v.1, n. 1, p. 107-118, 2002.
- CAMPBELL-VERDUYN, M. Bitcoin, crypto-coins, and global anti-money laundering governance. **Crime, Law and Social Change**, v. 69, p. 283-305, 2018.
- CARVALHO, C. E.;PIRES, D. A.;ARTIOLI, M.;OLIVEIRAS, G. C. Bitcoin, criptomoedas, Blockchain: Desafios analíticos, reação dos bancos, implicações regulatórias. In: **Anais...Fórum Liberdade Econômica**, São Paulo, SP, Brasil. 2017.
- CIAIAN, P.; RAJCANIOVA, M.; KANCS, A. Virtual relationships: Short-and long-run evidence from Bitcoin and altcoin markets. **Journal of International Financial Markets, Institutions and Money**, v. 52, p. 173-195, 2018.
- CORRAR, L.;PAULO, E.; DIAS FILHO, J. M. **Análise multivariada para os cursos de administração, ciências contábeis e economia**. São Paulo: Atlas. 2007.
- DECHOW, P.; GE, W.; SCHRAND, C. Understanding earnings quality: A review of the proxies, their determinants and their consequences. **Journal of accounting and economics**, v. 50, n. 2-3, p. 344-401, 2010.
- DIESTELMEIER, L. Changing power: Shifting the role of electricity consumers with blockchain technology–Policy implications for EU electricity law. **Energy Policy**, v. 128, p. 189-196, 2019.
- DRUKKER, D. M. Testing for serial correlation in linear panel-data models. **The Stata Journal**, v. 3, n.2, 168- 177. 2003.

- FERREIRA, J. E.; PINTO, F. G. C.; SANTOS, S. C. Estudo de mapeamento sistemático sobre as tendências e desafios do blockchain. **Revista Gestão.Org**, v.15,(ed. especial), p. 108-117, 2017.
- FOLLADOR, G. B. Criptomoeças e competência tributária. **Revista Brasileira de Políticas Públicas**, v.7, n.3, p. 79-104.2017.
- GUJARATI, D. N.;PORTER, D. C. **Basic econometrics**. Boston, Mass: McGraw-Hill. 2011.
- HOECHLE, D. Robust Standard Errors for Panel Regressions with Cross-Sectional Dependence. **The Stata Journal**, v.7, n.3, p. 281-312, 2007.
- KNIRSCH, F.; UNTERWEGER, A.; ENGEL, D. Implementing a blockchain from scratch: why, how, and what we learned. **Journal on Information Security**, v. 2019, n. 2, p. 1-14, 2019.
- KOLOZSVARI, A. C.; MACEDO, M. A. S. Análise da Influência da Presença da Suavização de Resultados sobre a Persistência dos Lucros no Mercado Brasileiro. **Revista Contabilidade & Finanças - USP**, v. 27, n. 72, p. 306-319, 2016.
- KOSBA, A. et al. How to Use SNARKs in Universally Composable Protocols. **IACRCryptology ePrint Archive**, 2015. Acesso em 21 de abril de 2019. Disponível em: <<http://eprint.iacr.org/>>.
- KUZUNO, H.; TZIAKOURIS, G. Ad-hoc Analytical Framework of Bitcoin Investigations for Law Enforcement. **IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems**, v. 101, n. 11, p. 2644-2657, 2018.
- LIU, Q.; ZOU, X. Research on trust mechanism of cooperation innovation with big data processing based on blockchain. **EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking**, v. 2019, n. 1-11, p. 26, 2019.
- LUCIANO, R. B. S. Aplicação da Smart Contract nos Contratos de Gás Natural: Uma Análise Exploratória. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 22, n. 6, p. 903-921, 2018.
- MARTINS, G. D. A.; THEÓPHILO, C. R. **Metodologia da investigação científica**. São Paulo: Atlas. 2009.
- NASIR, M. A. et al. Forecasting cryptocurrency returns and volume using search engines. **Financial Innovation**, v. 5, n. 1, p. 1-13, 2019.
- OLIVA, M. A.; BORONDO, J. P.; CLAVERO, G. M. Variables Influencing Cryptocurrency Use: A Technology Acceptance Model in Spain. **Frontiers in Psychology**, v. 10, p. 1-13, 2019.
- ROCHA, E.;MIGLIORINI, I. B. Estudo de viabilidade sobre a utilização do blockchain na contabilidade. **CAFI – Contabilidade, Atuária, Finanças e Informação**, v. 2, n. 1, p. 99-111. 2019.
- SCHIAVON, G. **Bitcoin e blockchain: entenda essa relação**. Acesso em 18 de abril de 2019. Disponível em: <https://blog.foxbit.com.br/bitcoin-blockchain-entenda-essa-relacao>. Acesso em: 20 Abril de 2019.
- SICHEL, R. L.; CALIXTO, S. R. Criptomoeças: impactos na economia global perspectivas. **Revista de Direito da Cidade**, v. 10, n.3, p. 1622-1641. 2018.
- SOVBETOV, Y. Factors Influencing Cryptocurrency Prices: Evidence from Bitcoin, Ethereum, Dash, Litecoin, and Monero. **Journal of Economics and Financial Analysis**, v. 2, n. 2, p.1-27. 2018.
- VIANA, Clilson Castro *et al.* Implantação da depreciação no setor público e procedimentos contábeis: um estudo em uma instituição pública de ensino superior. **Revista Contemporânea de Contabilidade**, v. 10, n. 20, p. 113-138, 2013.

SOBRE OS AUTORES

AMANDA BEATRIZ NASATTO CORRÊA é Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Contabilidade (PPGC) na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC); Graduada no curso de Ciências Contábeis na Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). Foi bolsista voluntária em projetos de pesquisa na UDESC e Representante titular do corpo discente do Conselho de Centro do Ceavi - CONCEAVI - 2018.

E-mail: amandanasatto10@hotmail.com.

RONAN REIS MARÇAL é mestrando em Ciências Contábeis/UFRJ e graduado em Ciências Contábeis/UNICARIOCA.

E-mail: m.ronanreis@gmail.com.

LEONARDO FLACH é Pós-doutor em Contabilidade e Finanças pelo Massachusetts Institute of Technology (MIT/EUA). Atuou como professor visitante e pesquisador convidado no Massachusetts Institute of Technology (MIT/EUA) (eleita a melhor Universidade do mundo pelo ranking Times Higher Education, na época em que lá esteve) e na Ludwig Maximilians Universität München (LMU-Munich-Alemanha), qualificada como a melhor universidade alemã, de acordo com o Best Global Universities U.S. News e pelo ranking da Times Higher Education. Professor do Programa de Pós-graduação em Contabilidade (PPGC) e do Programa de Pós-Graduação em Gestão Universitária (UFSC). Leciona e orienta na graduação, mestrado e doutorado. Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Gestão Universitária. Doutor em Administração (UFRGS), com doutorado sanduíche na Freie Universität Berlin (Alemanha). Durante a graduação, estudou por dois semestres como aluno ouvinte no curso de Wirtschaftswissenschaft na Universidade de Dortmund (Alemanha). Realizou estágio na empresa HL-Planartechnik GmbH em Dortmund (Alemanha). Recebeu o prêmio Edmon Nader de melhor monografia no término do curso de graduação. Entre as publicações, encontram-se artigos em congressos renomados e em periódicos qualificados como A1, A2 e B1. Dentre suas produções artísticas, participou da gravação de 13 CDs, 2 DVDs, criou 18 arranjos musicais, gravou 3 trilhas sonoras para filmes curtas-metragens, atuou como líder de naipe (spalla) dos violoncelos e solista de orquestra, realizou turnês estaduais e uma turnê internacional. Em 2012, recebeu o 1º. Lugar no Prêmio Nacional Jabuti 2012 (Câmara Brasileira do Livro) na Área de Administração, Economia e Negócios, com capítulo de livro baseado em sua tese de doutorado. Proficiente em inglês (TOEFL), em alemão (DSH), espanhol, e possui conhecimentos básicos de francês. Tem como atuais interesses de pesquisa Métodos Quantitativos Aplicados em Contabilidade e Finanças, Auditoria, Contabilometria, Mercado de Capitais, Smart Cities, Cooperativas. Atuou como Coordenador de Pesquisa do Centro Socioeconômico, Presidente do Congresso UFSC de Controladoria e Finanças, e membro do Conselho Universitário. É membro da Comissão Permanente de Cultura da UFSC, revisor da Journal of International Business and Economy, Revista de Administração Pública, Revista Base de Administração e Contabilidade. Ao todo, já obteve 30 premiações, 3 publicações Qualis A1, 7 publicações em revistas Qualis A2, e 8 publicações Qualis B1. A conclusão do pós-doutorado no Massachusetts Institute of Technology (MIT/EUA) foi mais uma grande realização, por ser considerada a melhor universidade do mundo pelo ranking da Times Higher Education. Atualmente é coordenador do grupo de pesquisa NETEC (certificado no Cnpq), coordenador do Programa de Pós-graduação em Gestão Universitária e Professor do Programa de Pós-Graduação em Contabilidade.

E-mail: leonardo.flach@ufsc.br.