

EFEITO CONTÁGIO: O VALOR DO BITCOIN NO BRASIL PODE SER ANTECIPADO PELO SEU VALOR EM OUTRA EXCHANGE?

CONTAGION EFFECT: CAN THE VALUE OF BITCOIN IN BRAZIL BE ANTICIPATED BY ITS VALUE IN FOREIGN EXCHANGE?

© FUNDAÇÃO ESCOLA DE COMÉRCIO - FECAP ÁLVARES PENTEADO

Joao Valente Filho
Universidade Presbiteriana Mackenzie
joaoclpf@hotmail.com
Brasil

Denis Forte
Universidade Presbiteriana Mackenzie
denis.forte@mackenzie.br
Brasil

Eli Hadad Junior
Universidade Presbiteriana Mackenzie
eli.hadad@mackenzie.br
Brasil

Recebido: 24/09/2020 – Aprovado: 21/05/2021. Publicado em Julho de 2021.

Processo de Avaliação: Double Blind Review

RESUMO

Em um mercado que atinge USD 132,6 bilhões de capitalização, sendo USD 34,9 bilhões diariamente, conforme o CoinMarketCap (2019), se mostra relevante do ponto de vista econômico-financeiro. Essa revolução descentralizada deu origem a novas formas mais ágeis de financiamento de projetos, como os tokens digitais, ou a contratos, como os contratos inteligentes (smart contracts). o objetivo dessa pesquisa é atender uma lacuna informacional do ambiente de criptoativos a luz das Finanças Comportamentais, prevendo a existência de efeito contágio nos preços do Bitcoin em Dólar Americano, Euro e Real Brasileiro. A partir dessa análise, pode-se afirmar que o desenvolvimento dos mercados apresentam uma cointegração total, tanto em USD, EUR E BRL possuem justificativas para formação do seu valor presente com seus próprios últimos valores, mostrando que os mercados além de ser cointegrados, possuem uma resposta no equilíbrio de preço em até sessenta minutos.

Palavras-Chave: Bitcoin, Finanças Comportamentais, Efeito Contágio

ABSTRACT

In a market that reaches USD 132.6 billion in capitalization, of which USD 34.9 billion daily, according to CoinMarketCap (2019), it is relevant from an economic and financial point of view. This decentralized revolution gave rise to new, more agile forms of project financing, such as digital tokens, or contracts, such as smart contracts. the objective of this research is to fill an information gap in the cryptographic environment in light of Behavioral Finance, predicting the existence of a contagious effect on Bitcoin prices in US Dollars, Euro and Brazilian Real. From this analysis, it can be said that the development of the markets has a total cointegration, both in USD, EUR and BRL have justifications for the formation of their present value with their own last values, showing that the markets besides being cointegrated, have a price balance response within sixty minutes.

Key words: Bitcoin, Behavioral Finance, Contagion Effect

1. INTRODUÇÃO

Em um mercado que atinge USD 132,6 bilhões de capitalização, sendo USD 34,9 bilhões diariamente, conforme o CoinMarketCap (2019), se mostra relevante do ponto de vista econômico-financeiro. Esse mercado das criptomoedas, ou ativos digitais não pode ser desprezado momento atual.

Ainda segundo o CoinMarketCap (2019), onde estão listadas oficialmente todas as criptomoedas, criptoativos e tokens digitais, a bitcoin representa mais de 51,6% de captação de mercado, seguido por ethereum com quase 11% e xrp com mais de 9,8%.

Somando esses três primeiros ativos digitais, tem uma captação de mercado de 72,4%, um número expressivo e que se mostra relevante para ser estudado dentro de um mercado novo, que existe apenas há um pouco mais de 11 anos.

Conforme o CoinMarketCap (2019), existem mais de 2.100 ativos digitais, incluindo criptomoedas, e tokens, distribuídos em quase 16.200 mercados e Exchange espalhados por todo o mundo. Sua notoriedade ganhou espaço a partir da evolução dos preços e dos mercados em meados de 2015, apesar das criptomoedas surgirem em 2008 com uma publicação de um *white paper* de Satoshi Nakamoto.

Segundo Satoshi Nakamoto (2008), o que pode ser um codinome ou apelido, a criação de uma rede mundial descentralizada que adere à transferências de recursos monetários em minutos, poderia levar a sociedade financeira que conhecemos a uma revolução, por ser descentralizada, não existe uma única pessoa, ou instituição que possa concentrar as operações, ou detenha o poder de manipular as transações.

Conforme descrito no *white paper* de Nakamoto (2008), seria possível transferir recursos monetários a qualquer local do mundo em apenas alguns minutos, o que revoluciona os processos atuais de transferência de recurso que pode levar até cinco dias de transferência.

Essa revolução descentralizada deu origem a novas formas mais ágeis de financiamento de projetos, como os tokens digitais, ou a contratos, como os contratos inteligentes (*smart contracts*), o que possibilita, dentro da própria rede, criar tokens, ou novas criptomoedas, como é o caso da rede *ethereum* que permitiu a criação de mais de 250 criptomoedas dentro de seu próprio “*blockchain*”.

Um *smart contract*, ou contrato inteligente, se refere a um protocolo computacional autoexecutável, que existe para facilitar as negociações ou desempenho de um contrato, seu principal objetivo é que pessoas desconhecidas possam realizar negócios de confiança entre si, sem intermédio de autoridade central ou alguém de confiança mútua. Os contratos inteligentes podem ser entre duas ou mais partes.

Todos esses processos descentralizados são realizados dentro de uma rede chamada *blockchain*, essa descentralização é tida como medida de segurança, são registros e dados que possuem a função de criar um índice global para as transações de forma pública, compartilhada e universal, o grande apelo do anonimato e criptografado, apesar de ser público, e por não haver intermediador no negócio, fez com que o *blockchain* fosse rapidamente popularizado.

Plihon (1995), em sua pesquisa, procurou mostrar que as finanças internacionais entraram numa nova era, dominada pela lógica especulativa. Trata-se de uma mudança sistêmica que exige a elaboração de novas concepções de políticas públicas. O economista e o tomador de decisões estão hoje atrasados em relação à realidade econômica e financeira.

A introdução das criptomoedas é uma inovação financeira, isto posto, a relevância dessa pesquisa verifica a aplicabilidade de análises técnicas financeiras nesse novo mercado emergente, que se assemelha à uma mescla de análise cambial com análise do mercado de capitais, à luz de conceitos de Finanças comportamentais.

A regulação das criptomoedas ainda é um desafio para Governos, Investidores, Arbitradores e Entusiastas do mundo das criptomoedas, em alguns países como Alemanha, Japão, Estados Unidos é possível transacionar as criptomoedas, desde que haja relatórios de movimentação comprovando sua origem e origens de recursos para tal investimento. Outros países como Brasil, Argentina, Coréia do Sul, a regulamentação ainda tramita nos Congressos Nacionais e estão em estudo de regulamentação, possuem instruções normativas das respectivas Receitas Federais para informação de saldos e procedimento de negociações, porém, não há proibição de operações. Já na Índia, Coréia do Norte, China, as transações são proibidas com pares de fiat (moeda corrente), e em alguns casos, a proibição é total, tanto para operação, quanto para negociação, com risco de prisão.

Segundo Chan (2017), baseando-se na confiança tradicional, a commodity é suportada na base de criptografia que fornece muitas vantagens sobre os métodos tradicionais de pagamento (como cartão de crédito, por exemplo), incluindo alta liquidez, custos de transação mais baixos e anonimato, para citar apenas alguns, assemelhando-se assim ao papel de uma moeda comum. Dessa forma o interesse global em Bitcoin vem aumentando, como no Reino Unido, por exemplo. O governo está considerando o pagamento de bolsas de pesquisa em Bitcoin; um número crescente de empresas de TI que estão armazenando Bitcoin para se defender contra ransomware (software nocivo que restringe o acesso ao sistema e cobra um resgate para o reestabelecimento do acesso).

Chu (2017) por sua vez detecta que na China está ocorrendo uma demanda grande e crescente pelo Bitcoin, sendo vista como reserva de valor e oportunidade de investimento. Até o Presidente do Conselho do Federal Reserve nos Estados Unidos tem incentivado os bancos centrais a estudar novas inovações no setor financeiro. Em particular, o Presidente expressou a necessidade de aprender mais sobre inovações, incluindo Bitcoin, Blockchain e tecnologias de contabilidade descentralizada.

Um novo paradigma pode estar sendo vivenciado. Cheah (2015) indica que com o aumento de pesquisas nas áreas de tecnologia e finanças comportamentais, além do interesse pelo mercado de investimento global, acredita-se que o estudo de Bitcoin, e outras moedas digitais

relevantes, se torna peças-chave de como a tecnologia afeta as finanças comportamentais, ou vice-versa.

Acordando com as novas formas disruptivas de se lidar com a economia de mercados e sua relação financeira, o objetivo dessa pesquisa é atender uma lacuna informacional do ambiente de criptoativos a luz das Finanças Comportamentais, prevendo a existência de efeito contágio nos preços do Bitcoin em Dólar Americano, Euro e Real brasileiro.

Visto que, a correlação e cointegração de mercados foi mostrado por Forte *et al* (2020) nos testes realizados em retorno do fechamento diário, essa pesquisa contribui para confrontar os dados *intraday*, para que possa evidenciar a relação entre o que ocorre durante o dia (*intraday*) e entre os dias (*interday*).

Sendo um assunto recente, poucos estudos apresentam tempo de análise, iniciando-se em 2013 praticamente, mais focados em mensurações e propriedades das séries do que em ligações teóricas. Depurando-se as pesquisas realizadas por Gertchev (2013), Harwick (2014), Bergstra (2014), Cheah (2015), Li (2016), Hayes (2016), Chu (2017), Phillip (2017), Bariviera (2017), Peng (2017), buscam um modelo econométrico para parametrizar as variações das moedas digitais, aplicando modelos como GARCH, Value at Risk (VaR), mostrando resultados sobre formas de precificar a moeda digital e tentativas de entender o mercado de criptomoedas, além, das mensurações de previsão de mercado, equiparação com câmbio e “bolhas” econômicas, assuntos pesquisados normalmente no mercado de capitais tradicional.

2. REFERENCIAL TEORICO

2.1.FINANÇAS COMPORTAMENTAIS

Segundo Mussa *et al* (2008), pode-se dizer que graças à aproximação das ciências sociais, da psicologia e a antropologia, o estudo de finanças ganhou a possibilidade de ampliar seu foco de estudo infinitamente e um caráter mais “humano” ao perder um pouco de seu rótulo de ciências exatas. Pelo menos até que se prove que o processo de tomada de decisão segue um padrão lógico, coerente e consistente como o de um cálculo aritmético.

Ainda segundo Mussa *et al* (2008), constata-se que, de um lado, existem os defensores da idéia das Finanças Modernas e que as anomalias se trata apenas de pequenos ajustes nos modelos teóricos e, do outro lado, uma vertente que levanta a bandeira da necessidade de aproximação da teoria à prática dos mercados financeiros, cujo estandarte dá força para que as

finanças comportamentais ganhem ao menos um status de uma linha de pesquisa paralela e legítima.

Conclui Mussa et al (2008), que, como sempre aconteceu, o mercado não escolhe um modelo para usufruto por questões ideológicas. Ele escolhe por resultado. E, sejam quais forem as finanças que estiverem vencendo o embate, ganha o mercado, pois terá mais modelos e teorias cujo intento sempre foi e sempre será a diminuição de riscos e a otimização das escolhas para a geração de riqueza.

2.2.EFEITO CONTÁGIO

Mesmo não existindo concordância entre os economistas sobre o conceito de contágio, Bergmann et al (2010), analisou as crises das décadas de 1990 e concluiu que os choques nesses mercados estenderam a outros mercados de países diferentes que não se baseia em fundamentos macroeconômicos. Então, o efeito contágio pode ser constituído através de uma quebra estrutural nas relações que não podem ser explicadas através de análises fundamentalistas.

Guidugli (2005), analisou o efeito contágio através da crise da Rússia de 1998 e sua relação com o mercado brasileiro, sem a apresentação de vínculos comerciais significativos e com estruturas de mercado distintas, o que chamou de contágio puro.

Ainda para Guidugli (2005), o efeito contágio baseado em fundamentos foi estudado através da relação entre Brasil e Argentina, o que há uma forte relação comercial, assim, se espera uma forte interdependência e influência dos choques ocorridos em ambos mercados.

Para Forbes e Rigobon (2000), contágio é definido por um significativo aumento nas interrelações quando há um choque de mercado, ou por correlação ou probabilidade de especulação e a transmissão de choques ou volatilidade o que pode abrir margem para arbitragem.

Para Vidal (2011), o efeito contágio vem assumindo destaque nos estudos acerca das crises financeiras, dando origem a uma preocupação crescente em se definir metodologias para identificar a sua ocorrência. Ao analisar as crises financeiras entre 1990 e 2008, a pesquisa concluiu que há evidências de efeito contágio durante a maior parte das crises financeiras, sendo o mercado asiático com maior contágio, devido ao momento internacional que a robustez do mercado.

Ainda conforme Vidal (2011), mesmo com as economias sem integração, as turbulências financeiras fizeram com que novas ferramentas que visam à redução da vulnerabilidade financeira e internacional fossem criadas. Apesar da severidade das turbulências, ao longo do

tempo, as economias se tornaram menos contagiosas, como o estudo revelou nas crises mais recentes estudadas

Por fim, Vidal (2011) conclui que a capilaridade da distribuição dos choques foi outro ponto relevante da pesquisa e da evolução do efeito contágio, quando os eventos financeiros originados em países desenvolvidos, como EUA, as crises apresentaram indícios de contágio, porém, quando as crises foram originadas em países subdesenvolvidos, apenas a crises antes dos anos 2000 contagiaram outros países.

2.3. HIPÓTESE DE MERCADO EFICIENTE

Segundo Fama (1970) a definição de mercado eficiente condiz como aquele em que o preço dos ativos negociados sempre reflete inteiramente as informações disponíveis sobre os ativos. O poder da hipótese de mercados eficientes é significativo, visto que, essa hipótese descarta a possibilidade de maiores ganhos que se baseia somente nessas informações disponibilizadas.

Intrinsicamente, no conceito da teoria de mercados eficientes de Fama (1970), são considerados que investidores assumem papel racional sobre seus investimentos e avaliam e precificam os ativos da mesma forma. Investimentos aleatórios são atribuídos a investidores não racionais e não produzem efeitos significativos nos preços praticados pelo mercado. Esses investidores irracionais, possuindo características comuns, produzem uma presença maior de arbitragem racional, eliminando sua influência nos preços.

A racionalidade dos investidores, advinda dos conceitos econômicos neoclássicos, defende que a precificação de cada ativo se dá pelo seu valor fundamental. Quando surge informação que implique alteração do preço desses ativos, os investidores respondem imediatamente, corrigindo o preço conforme a informação obtida. Assim, o preço dos ativos corresponde as informações no mesmo tempo, considerando o fluxo de caixa da empresa pelo risco assumido.

Rabelo (2004), em sua forma extrema, afirma que a teoria de mercados eficientes diz que todos os títulos sempre são corretamente precificados, o que significa que o mercado como um todo exerceria a racionalidade na precificação.

Ainda conforme Rabelo (2004), em contraste com o aspecto teórico da HME, os mercados reais apresentam limitações ao mecanismo da arbitragem, tornando-a, muitas vezes, custosa e de difícil realização. Essas limitações estão relacionadas com a falta de ativos substitutos, interferência de Noise Trades e custos significativos de coleta e processamento de informações. Esses mecanismos foram apresentados sob o enfoque das Finanças Comportamentais, mediante fortes evidências coletadas por seus estudiosos há mais de duas décadas. O fato de a arbitragem

ser limitada, ajuda a explicar por que os preços não reagem a informações da maneira que deveriam, bem como porque a interferência de investidores não totalmente racionais pode ser perpetuada por um prazo maior do que supõe a HME.

A pesquisa de Bone (2002), buscou acompanhar um método de especificação de um modelo empírico sobre as evidências das diferentes formas da hipótese de eficiência fraca no mercado brasileiro de ações. Os testes realizados compreendem heteroscedasticidade e/ou autocorrelação e normalidade dos resíduos.

Segundo Bone (2002), foi verificado que para aproximadamente metade das ações estudadas, o passado dos retornos auxilia na previsão dos retornos das ações do IBOVESPA, embora a parte da variabilidade dos retornos, explicada pelos termos autoregressivos, seja bem pequena. Foi verificado também uma interferência com o efeito dia-da-semana nas ações estudadas.

Bone (2002) conclui na sua pesquisa que todas as ações do índice IBOVESPA estudadas, exceto Brasil PN, Ipiranga PN, Pet PN e Souza Cruz ON, apresentam algum tipo de violação da hipótese de eficiência fraca no mercado de ações, seja ela devida ao efeito dia-da-semana, efeito feriado ou termos autoregressivos. O que corrobora a relevância de amplificar o estudo comportamental do mercado e seu efeito na HEM

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DE ANÁLISE

O Estudo se baseou em ferramental da estatística econométrica utilizando os dados coletados em exchanges do Brasil, Estados Unidos e Europa, entre 01 de agosto de 2017 até 31 de julho de 2018, com dados de negociação com frequência a cada 15 minutos, totalizando 40.895 observações.

Os dados coletados foram da www.bitcoinchart.com, site que possui armazenamento de dados de negociação de criptomoedas. Através do software Stata®, foi utilizado as siglas de negociação dos bancos de dados, sendo, Veur – Variação da moeda virtual em relação ao Euro, Vbrl – variação da moeda virtual em relação ao Real Brasileiro, Vusd – variação da moeda virtual em relação ao Dólar.

Como o mercado de negociação de bitcoin não possui restrição de horário, diferentemente das bolsas de valores, houve uma facilitação para que os dados obtidos estivessem sempre em equilíbrio entre os mercados, assim, a negociação ocorrida na Inglaterra, está no mesmo tempo

que a negociação ocorrida nos Estados Unidos (qualquer cidade e/ ou estado) e no mesmo tempo que no Brasil, por exemplo.

Os testes elaborados são de raízes unitárias de ADF e de Perron, para todas as moedas sendo BRL, EUR e USD. O melhor número de defasagens para o sistema multivariado, foi definido pelos critérios de informação Akaike Information Criterion (AIC), Schwarz Bayesian Information Criterion (SBIC), Hannan Quinn (HQIC) e Final Predictor Error(FPE), detalhados em LUTKHEPOL (1993).

Para permitir independência entre os dados da série, ao invés de dados brutos foi calculado o retorno pelo logaritmo neperiano entre os dados coletados dessas operações. Houve coleta de dados de câmbio e inflação para ajuste dos valores, de forma a eliminar efeitos exógenos à variação específica do objeto de estudo.

A exchange que negocia o Bitcoin no Brasil, foi escolhida por ser uma das maiores empresas do ramo de criptomoedas no Brasil, negociando par de reais e bitcoin, durante o período pesquisado, possuiu liquidez diária de aproximadamente 250 bitcoins a cada 24 horas, sendo que no pico das negociações chegou a 1.400 Bitcoins e no período identificado como “vale”, chegou a negociar cerca de 80 Bitcoins diários.

Já a Exchange dos Estados Unidos, foi escolhida uma das maiores exchanges dos Estados Unidos, tem negociação em par de dólar americano e bitcoin, no período pesquisado chega a negociar mais de 35.000 bitcoins a cada 24 horas, no pico de negociação chegou a 50.000 bitcoins por dia, e no vale, cerca de 10.000 bitcoins.

Na Europa, a exchange escolhida para a pesquisa negocia o par de euro e bitcoin, foi escolhida por estar entre as cinco maiores exchanges da Europa negociando cerca de 30.000 bitcoins a cada 24 horas, no pico do período dessa pesquisa, chegou a negociar 40.000 bitcoins por dia, e o período de vale, cerca de 10.000 bitcoins

A escolha da Bitcoin foi feita por ser uma das principais moedas de entrada entre as outras criptomoedas e por ter alto índice de liquidez, pois, se o método de escolha fosse uma criptomoeda com liquidez restrita ou limitada, os resultados dessa pesquisa poderiam ser enviesados.

4. ANÁLISE DOS DADOS

Conforme citado na metodologia, levantou-se a estatística econométrica das negociações entre bitcoin e os seus pares em moeda local, Real brasileiro (BRL), Dólar Americano (USD) e

Euro (EUR), para eliminar o efeito de câmbio e de inflação, utilizou o retorno das operações através do logaritmo neperiano entre as observações dos dados coletados.

Para estudar a eventual influência entre as exchanges, foram analisados os dados sem defasagem entre as exchanges e com defasagem de 15 minutos entre as negociações realizadas na Exchange brasileira. Essa análise permite verificar se há ou não independência entre as séries, e, portanto, na formação de preços do Bitcoin na Exchange estudada.

Foi realizado o teste de raiz unitária utilizando o teste de Phillips-Perron e de Dickey-Fuller para todas as series. O melhor número de defasagens para o sistema multivariado, foi definido pelos critérios de informação Akaike Information Criterion (AIC), Schwarz Bayesian Information Criterion (SBIC), Hannan Quinn (HQIC) e Final Predictor Error(FPE), detalhados em LUTKHEPOL (1993)

Na tabela 1 pode ser observada a primeira série de dados de Euro (EUR) indica que está estacionária no nível, já que a estatística de teste (-203.385) é bem menor que o limite crítico (-3,430). O mesmo resultado também é percebido no teste de Phillips-Perron. Na série de dados do Real Brasileiro (BRL) também indica o mesmo sinal estatístico de teste (-247,931) para o limite crítico (3,430), indicando que está estacionária em nível. A série de dados do Dólar Americano (USD) indica que também está estacionário no nível, conforme os indicadores estatísticos (-204.655) e o mesmo limite crítico da série (-3,430)

Teste de Raizes Unitarias			
Observações:	40.895		
Dickey-Fuller			
Serie de tempo	Z(t)	Conf. 1%	Conf. 5%
Euro (EUR)	- 203.385	- 3.430	- 2.860
Ral (BRL)	- 247.931	- 3.430	- 2.860
Dolár (USD)	- 204.655	- 3.430	- 2.860

Phillips-Perron			
Serie de tempo	Z(t)	Conf. 1%	Conf. 5%
Euro (EUR)	- 203.872	- 3.430	- 2.860
Ral (BRL)	- 266.872	- 3.430	- 2.860
Dolár (USD)	- 205.164	- 3.430	- 2.860

Tabela 1: Teste de raízes unitárias, Dickey-Fuller e Phillips-Perron das series temporais estudadas.

Ao observar o teste de cointegração dos sistemas, a Tabela 2 apresenta o sistema de EUR USD, realizado de Johansen de cointegração, indicando que há ao menos uma equação de

cointegração nesse sistema, mostrado pelos dados que é dado pelo máximo ranking de 1, no teste de Shwarz -15.63942. O melhor número de teste de defasagem é 4 leads. Dado que as séries se cointegram, o vetor de correção de erros, rodado pelo modelo, percebe-se que, na equação no sistema do euro, o fator mais importante que existe é a própria defasagem do EUR.

Ainda na tabela 2, o sistema mostra a cointegração entre o EUR e o BRL, no teste de correção de erro (Vector correction), pode-se perceber que há correção no sistema do EUR e USD, o teste da correção de erros possui significância estatística de -30,65, significando que o sistema de correção de erros funciona para essas duas series.

O primeiro, segundo e terceiro lags do EUR influencia para corrigir a trajetória dele mesmo. O USD também se corrige, já que está em nível, a primeira, segunda e terceira defasagem possui estatística alta para o teste T e o p-value é quase zero. Isso nos mostra que eles sozinhos se alteram, sem precisar de influência externa. O beta é identificado, significando que quase 100% dos valores de cada coeficiente da matriz de carga atuam sobre o sistema.

A tabela 2, também mostra o teste do sistema EUR e BRL, é encontrado a cointegração de acordo com os testes de Johansen, onde ao menos uma equação ocorre a cointegração da paridade, o melhor número de defasagem do sistema também é 4 defasagens (60 minutos) e no sistema de correção de erros (Vector correction error), possui quase os mesmos critérios que o sistema anterior, sendo, a primeira, segunda e terceira defasagem do EUR corrigindo seu próprio valor, e logo após, a variação do real também o corrige.

Quando observado a equação do real, nota-se o mesmo comportamento, ou seja, o sistema de correção de erros se cointegram, assim como o passado do sistema de EUR e todos os *lags* do real os corrigem, assim sendo, identificamos um sistema completo, onde as variáveis se corrigem umas às outras, se cointegrando num sistema dinâmico. No sistema de cointegração pode-se dizer que 100% da correção do valor em BRL, vem do próprio real BRL,

O sistema USD BRL também se mostrou cointegrado segundo o teste de Johansen, com pelo menos uma equação de cointegração com número de defasagens também em 4 *lags* como nos outros sistemas, o vetor de correção de erros aponta que na equação do BRL, o mecanismo de correção de erros funciona, sendo que o BRL, no primeiro e segundo lead afeta o valor presente dele mesmo,

Analisando o USD, os três valores passados afetam o valor spot do BRL, o sistema de cointegração está funcionando, os três valores passados do BRL e do USD afetam o seu valor presente (spot), o valor que está sendo negociado no momento. O sistema é especificado corretamente e o mecanismo de correção de erros está funcionando.

No teste do sistema 4, as três paridades juntas, BRL, EUR e USD, esse sistema nos aponta, que existe duas equações de cointegração, então, ao fazer os testes de defasagem, é apontado que também há 4 *lags* que são significativos na defasagem.

No sistema do BRL, o passado do BRL, somente a primeira e segunda defasagem importa, no USD, os três primeiros valores defasados são importantes, e no EUR os três últimos valores importam. Assim, na equação do USD, os três primeiros valores de BRL interessam, os três primeiros valores do USD interessam e os três primeiros valores do EUR interessam. Na equação do EUR, segue idêntico a do USD, porém, aparentemente quanto menos real existir nas defasagens, melhor o valor presente do EUR.

Teste de Cointegração de Johansen - Com Defasagem				
Observações	40.892			
Sistema	Shuarzing	Vetor Erro	Lags	Defasagens
Euro x Dolar	-15,63942	-30,65	2	4
Euro x Real	-14,413	-35,73	2	4
Dolar x Real	-14,4818	-116,24	2	4
Euro x Dolar x Real	-22,67053	-118,12	2	4

Tabela 2: Teste de Johansen de cointegração com defasagem de 15 minutos entre as observações

Ao analisar os sistemas de forma diferente, agora sem defasagem entre EUR e USD com o BRL. Verificou-se o primeiro sistema de EUR e USD, onde há ao menos uma equação de cointegração com 4 defasagens para rodar o sistema. No primeiro sistema rodado, sendo o EUR contra USD, na equação do EUR, o sistema de correção de erros funciona para si próprio, e os três primeiros valores do EUR e os três últimos valores do USD interferem no valor presente do EUR. Na equação do USD, possui comportamento semelhante ao do EUR, sendo, os três últimos do USD e os três últimos valores do EUR, interferem no valor presente do USD. O sistema e cointegração também funciona perfeitamente o que mostra a tabela 3.

Na tabela 3, fez-se o teste do segundo sistema, EUR contra o BRL, onde pode ser observado a existência de ao menos uma equação de cointegração, significando que a relação entre eles não é espúria, com 4 defasagens, e no sistema de correção de erros o valor do EUR sofre interferência dos três últimos valores do próprio EUR e dos três últimos valores do BRL. Na equação de variação do BRL, sendo que para o BRL o importante são os três primeiros valores passados do EUR, só é importante o primeiro valor passado do BRL, sendo que os outros não

possui relevância significativa. O teste mostra que o sistema de cointegração está funcionando perfeitamente.

O sistema USD contra BRL, possui ao menos uma equação de cointegração, 4 defasagens é o melhor número de leads para o sistema rodar e dentro do sistema de correção de erros, na equação do BRL, temos importância nos primeiros e segundos valores passados do real e os três últimos valores passados do USD. Já na equação do USD, temos importante os três primeiros valores passados do BRL e os três primeiros valores passados do USD.

O teste do sistema trás as três moedas conjuntas, USD, EUR e BRL, o resultado mostra que existem duas equações de cointegração, o que se mostra positivo no ponto de vista de teste dos sistemas. Na equação do BRL, o importe são os três primeiros valores passados do BRL, os três valores passados do USD e do EUR. na equação do USD, os valores passados do BRL, USD e EUR são significantes. Na equação do EUR, são importantes os três últimos valores passados do BRL, os três valores passados do USD e nenhum valor passado do EUR, o sistema de cointegração funciona perfeitamente, sem nenhum valor espúrio.

Teste de Cointegração de Johansen - Sem Defasagem				
Observações	40.892			
Sistema	Shuarzing	Vetor Erro	Lags	Defasagens
Euro x Dolar	-15,63934	-30,64	2	2
Euro x Real	-13,99919	-48,15	2	2
Dolar x Real	-14,07124	-86,1	2	3
Euro x Dolar x Real	-22,64563	-63,79	2	3

Tabela 3: Teste de Johansen de cointegração dos mercados sem defasagem entre as observações

5. CONCLUSÕES

De acordo com os dados levantados, pode-se observar que as exchanges que negociam em USD e EUR possuem uma resposta mais ágil ao mercado e os seus valores são explicados independentemente na maioria dos testes realizados. Por isso, de acordo com os dados coletados, os valores movimentando-se nas mesmas direções em um período menor que a Exchange que negocia em BRL, mesmo testando com defasagem de 15 minutos entre as negociações, visto que, ao contrário das outras duas, o teste BRL mostrou que há um tempo de resposta ao mercado maior, independente se a movimentação é para cima ou para baixo.

Isto posto, pode-se perceber que, a velocidade de correção do mercado é mais demorada entre as *Exchanges* que operam USD e BRL, ou EUR e BRL, o que abre margem para ocorrência de arbitragem. Nos testes realizados com defasagem a resposta entre os mercados USD e EUR para BRL se equiparam com os 60 minutos de defasagem, visto que os dados coletados foram de 15 minutos, e os testes mostraram 4 leads de defasagem para equilíbrio da precificação

Uma vez que o ajuste do mercado não ocorre instantaneamente, há uma assimetria, ocasionando possibilidade de arbitragem. Isso pode ser sintoma de um mercado ainda imaturo no Brasil, com poucos investidores e talvez incompleto.

Olhando do ponto de vista da cointegração dos mercados, os preços nos mercados em EUR e USD se autorregulam o que nos mostra que o mercado é altamente cointegrado, e sua defasagem pode ocorrer de maneira Fraca na HEM, uma lacuna a ser estudada em pesquisas futuras

Os testes de cointegração nos mostram que, nas equações de EUR e USD, os seus últimos três valores são estatisticamente significativos ao grau de 1% para determinação do seu valor presente (spot), enquanto nas equações de BRL, os testes mostraram em sua maioria que somente o último preço é estatisticamente significativo ao grau de 1%.

Um indicativo das operações de arbitragem entre as exchanges estudadas, decorre do aumento de volume no Brasil em resposta a determinadas variações nos outros exchanges. Pode ser indicativo de um efeito manada, a ser estudado em outra ocasião, pois não aparentam existir outros elementos de análise fundamental para essa ocorrência, com forte ligação entre as variações.

A partir dessa análise, pode-se afirmar que o desenvolvimento dos mercados estudados apresentam uma cointegração total na série de dados pesquisada, sendo que os seus valores, tanto em USD, EUR E BRL possuem justificativas para formação do seu valor presente com seus próprios últimos valores, sendo estatisticamente significativo a 1%, mostrando que os mercados além de ser cointegrados, possuem uma resposta no equilíbrio de preço em até quatro defasagens de tempo, ou seja, 60 minutos (4 defasagens de 15 minutos).

Quanto ao desenvolvimento da eficiência de mercado, de acordo com os dados e testes realizados, não se pode supor que o mercado de criptomoedas é de forma forte, necessitando de dados com maior tempo histórico e testes sobre HEM, já que os últimos valores justificam seu valor presente líquido, e o equilíbrio de preços se dá em uma defasagem de apenas 60 minutos.

Ao tratar da hipótese de eficiência de mercado, conforme referenciado por Bone (2002), a metodologia específica para modelagem empírica não corresponde com os testes aplicados no mercado de criptoativos, visto que a interferência dos efeitos comportamentais refuta a ideia de que a HEM seja violada, porém, a necessidade de aprofundar os testes envolvendo portfólios mistos de ativos do mercado financeiro tradicional e criptoativos pode alterar essas análises.

Conforme afirma Rabelo (2004), as interferências que limitam o mecanismo de arbitragem como custo e realização difícil pode ser contestada pelos baixos custos transacionais de criptoativos, podendo, inclusive, ser parte integrante de portfólios específicos onde constam somente criptoativos, o que nos dados obtidos se corrobora com oportunidade de arbitragem. Novamente se faz necessários aprofundamentos de estudo para confirmação das teorias, já que o mercado de criptoativos está em constante evolução e aperfeiçoamento a cada momento.

Como sugestão para novas pesquisas, a justificativa de eficiência de mercado como forte pode ser justificada pela velocidade em que corre as informações dentro do mundo de criptomoedas, e também, pelo mercado não ter horário limitado de funcionamento, assim, as notícias ocorridas na Europa, por exemplo, são facilmente e rapidamente impactadas no preço do mercado brasileiro, já que as operações não possuem horário de abertura e/ou fechamento e as informações são veiculadas em tempo real ao redor do mundo.

REFERENCIAS

BARIVIERA, Aurelio F.; BASGALL, María José; HASPERUÉ, Waldo & NAIIOUF, Marcelo. Some stylized facts of the Bitcoin Market. *Journal Elsevier Physica A*. may/2017

BEGUSIC, Stjepan; KOSTANJCAR, Zvonko; STANLEY, H. Eugene & PODOBNIK, Boris. Scaling properties of extreme price fluctuations in Bitcoin markets. *Physica A*. Elsevier. 2018

BERGNANN, Daniel Reed; SAVOIA, José Roberto; SAITO, André Taue; CONTANI, Eduardo. Contagion effects of the US Subprime Crisis on Latin American and European Union Stock Markets. In: Balas – The Business Association of Latin American Studies Conference, Barcelona, Spain, 2010

BOURI, Elie; GUPTA, Rangan; LAHIANI, Amine & SHAHBAZ, Muhummad. Testing for asymmetric nonlinear short- and long-run relationships between bitcoin, aggregate commodity, and gold prices. *Resources Policy*. Elsevier. 2018

BUENO, Rodrigo de Losso da Silveira. *Econometria das Séries Temporais*. São Paulo: (Cengage Learning), 2008.

CAMPBELL, J., LO, A.W. & MACKINLEY, A.C. The Econometrics of Financial Markets. Princeton: Princeton University Press, 1997.

CHAN, Stephen; CHU, Jeffrey; NADARAJAH, Saralees & OSTERRIEDER, Joerg. A Statistical Analysis of Cryptocurrencies. Journal of Risk and Financial Management. May/2017

CHEAH, Eng-Tuck & FRY, John. Speculative bubbles in Bitcoin markets? Na empirical investigation into the fundamental value of Bitcoin. Journal Elsevier - Economics Letters. Feb/2015

CHOI, In. Testing the Random Walk Hypothesis for Real Exchanges Rates. Journal of Applied Econometrics, v.14, p. 293-308. 1999

CHU, Jeffrey; CHAN, Stephen; NADARAJAH, Saralees & OSTERRIEDER, Joerg. GARCH Modelling of Cryptocurrencies. Journal of Risk and Financial Management. Oct/2017.

DECOURT, Roberto Frota; CHIHAN, Usman W. & PERUGINI, Maria Letizia. Bitcoin returns and the Weekday Effect. Ssrn.com Unisinos. 2019

DINIZ, Eduardo Henrique. Emerge uma nova tecnologia disruptiva. GV executivo. V16. N2. Mar/abr. 2017

FORBES, Kristin; RIGOBON, Roberto. Measuring contagion: conceptual and empirical issues. In: Claessens, Stijn. Boston: Kluwer Academic Press, 2000

FORTE, Denis; HADAD JUNIOR, Eli; VALENTE FILHO, João. A negociação de Bitcoin é Globalmente Eficiente? Uma Análise Diária Entre Três Echanges no Período 2017 a 2019. R. Liceu On-line, v.10 n.2, jul/dez. São Paulo. 2020

GUIDUGLI, Sidival Tadeu. Análise multivariada do efeito contágio no episódio de ataque especulativo e crise cambial envolvendo o Brasil, Rússia e a Argentina no período de 1998-99. São Paulo, 2005.

HARWICK, Cameron. Cryptocurrency and the Problem of Intermediation. The Independent Review. Vol 20, no. 4. Spring 2016. Pp 569-588

HAYES, Adam S. Cryptocurrency value formation: Na empirical study leading to a cost of production model for valuing bitcoin. Journal Elsevier – Telematics and Informatics. May/2016
Hong, K. H. (2017). Bitcoin as an alternative investment vehicle. Information Technology and Management, 18(4), 265-275. doi:10.1007/s10799-016-0264-6

LI, Xin; WANG & Chong Alex. The technology and economic determinants of cryptocurrency Exchange rates: The case of Bitcoin. Journal Elsevier – Decision Support Systems. Dec/2016
MUSSA, Adriano; YANG, Edward; TROVÃO, Ricardo & FAMÁ, Rubens. Hipótese de mercados eficientes e finanças comportamentais: as discussões persistem. FACEF Pesquisa – v.11 – n. 1 – 2008

PHILLIP, Andrew; CHAN, Jennifer S.K & PEIRIS, Shelton. A new look at Cryptocurrencies. Journal Elsevier – Economic Letters. Nov/2017

PLIHON, Dominique. A ascensão das finanças especulativas. *Economia e Sociedade*, Campinas, (5): 61-78, dez. 1995

TAKAISHI, Tetsuya. Statistical properties and multifractality of Bitcoin. *Physica A* 506. Elsevier. 2018

VIDAL, Tatiana Ladeira. Crises Financeiras: Efeito Contágio ou Interdependência entre os Países? Evidências Utilizando uma Abordagem Multivariada. São Paulo. 2011

ZHANG, Wei; WANG, Pengfei; LI, Xiao & SHEN, Dehua. Quantifying the cross-correlations between online searches and Bitcoin market. *Physica A*. Elsevier. 2018