Revista Científica Hermes
ISSN: 2175-0556
hermes@fipen.edu.br
Instituto Paulista de Ensino e Pesquisa
Brasil

El Khatib, Ahmed Sameer; Lisboa, Nahor Plácido
Moedas digitais e religião: o uso do bitcoin nas finanças islâmicas
Revista Científica Hermes, vol. 27, 2020, Maio-Setembro, pp. 296-318
Instituto Paulista de Ensino e Pesquisa
Brasil

Disponível em: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=477665801007

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais informações do artigo
- Site da revista em redalyc.org

Sistema de Informação Científica Redalyc
Rede de Revistas Científicas da América Latina e do Caribe, Espanha e Portugal
Sem fins lucrativos acadêmica projeto, desenvolvido no âmbito da iniciativa acesso aberto

Moedas digitais e religião: o uso do *bitcoin* nas finanças islâmicas

Cryptocurrency and religion: bitcoin's use in islamic finance

Recebido: 10/10/2019 – Aprovado: 10/04/2020 – Publicado: 01/05/2020

Processo de Avaliação: Double Blind Review

Ahmed Sameer El Khatib[1]

Pós-Doutor em Contabilidade pela Universidade de São Paulo (FEA/USP)

Nahor Plácido Lisboa[2]

Graduado em Contabilidade pela Universidade de São Paulo (FEA/USP)

RESUMO

O *Bitcoin* utiliza a tecnologia de um sistema de registro de transações em rede de dados *Peer-to-Peer* (P2P), conhecida como *Blockchain*, ou cadeia de blocos, para ser transferido, comprado e vendido, sem necessidade de autenticação e verificação de uma terceira parte. Trata-se, pois, de uma Criptomoeda, como outras menos conhecidas, como *litecoin, worldcoin, solidcoin, ixcoins, coinbuck, betacoin, tenebrix. zcash*, para citar algumas dentre as mais de mil que existem atualmente. Uma de suas características básicas é não contarem com uma autoridade central responsável pela liquidação e compensação das transferências realizadas, a partir de mecanismos institucionalizados. Devido à crescente popularidade e importância do *Bitcoin*, investidores e pesquisadores começaram recentemente a avaliar o *Bitcoin* sob a perspectiva de negócios, economia e finanças islâmicas, em que as práticas de cobrança e pagamento de juros, incertezas e especulação são condenáveis à luz da *Shariah* ou Lei Islâmica. Este artigo explora as possibilidades de usar o *Bitcoin* como uma estratégia de otimização de portfólio para os gestores de fundos islâmicos. Para atingir o objetivo da pesquisa, foram utilizadas três modelagens econométricas: DCC-GARCH (*Dynamic Conditional Correlation*), CWT (*Continuos Wavelet Transform)* e MODWT (*Maximal Overlap Discrete Wavelet Transform*). Os resultados indicam que os índices de ações *Bitcoin* e *Shariah* são baixos e negativamente correlacionados, sugerindo que os investidores em ações islâmicas possam se beneficiar da diversificação com o *Bitcoin* e que os fundamentos de tais moedas podem ser mais investigados em benefício dos mercados de capitais islâmicos.

Palavras-chave: Finanças Islâmicas; *Bitcoin*; Diversificação de Portfólios.

ABSTRACT

Bitcoin utilizes the technology of a Peer-to-Peer (P2P) data network transaction logging system known as a Blockchain, to be transferred, bought and sold without the need for authentication and verification of a third part. It is therefore a Cryptocurrency, as well as lesser known ones such as litecoin, worldcoin, solidcoin, ixcoins, coinbuck, betacoin, tenebrix. zcash, to name a few among the more than a thousand in existence today. One of

[1] Autor para correspondência: USP Universidade de São Paulo – Av. Prof. Luciano Gualberto, 908 – Butantã, São Paulo – SP, 05508-010. Brasil. E-mail: ahmed.khatib@usp.br

[2] Autor para correspondência: E-mail: asekhatib@gmail.com

its basic features is that they do not have a central authority responsible for the settlement and clearing of transfers made through institutionalized mechanisms. Due to the growing popularity and importance of Bitcoin, investors and researchers have recently begun to evaluate Bitcoin from the perspective of Islamic business, economics and finance, where interest collection, uncertainty and speculation practices are reprehensible in light of Shariah or Law. Islamic This article explores the possibilities of using Bitcoin as a portfolio optimization strategy for Islamic fund managers. To achieve the research objective, three econometric modeling were used: DCC-GARCH (Dynamic Conditional Correlation), CWT (Continuous Wavelet Transform) and MODWT (Maximal Overlap Discrete Wavelet Transform). The results indicate that Bitcoin and Shariah stock indices are low and negatively correlated, suggesting that Islamic stock investors may benefit from Bitcoin diversification and that the fundamentals of such currencies may be further investigated for the benefit of Islamic capital markets.

Keywords: Islamic Finance; Bitcoin; Portfolio Diversification.

1. INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico possibilitou o aumento da velocidade de transações das informações em uma escala mundial, na qual a fluidez está se tornando cada vez mais dinâmica e rápida. Tais alterações promovem ações significativas, quando se tratam de movimentações bancárias, devido a maior eficácia nos sistemas de tecnologia e informação quanto a questões de seguridade e aplicabilidade dentre os usuários desses serviços e possíveis usuários em potencial (Dyhrberg, 2017). Apesar dos sistemas econômicos oferecerem os mais diversos tipos de formas de serviços e bens e se utilizarem os mais diferentes métodos de pagamentos, os mesmos são fundamentalmente centrados na moeda. A moeda é então o principal símbolo de representatividade de capital, estando sob o controle e emissão de um Estado ou órgão regulamentador semelhante, atuando como um mecanismo regulador na transição de recursos em toda a sociedade (Arthur, 2017).

Em uma das maiores economias do mundo, a China, uma pesquisa recente mostrou que 70% dos cidadãos no país não precisam mais de dinheiro em transações diárias (The Times UK, 2017). A mais popular moeda digital em uso no momento, que é o *Bitcoin*, um sistema descentralizado introduzido por Nakamoto (2009). Em paralelo, muitos artigos recentes sobre o *Bitcoin* classificam-no como uma alternativa à moeda fiduciária, que não é apoiada por nenhum governo ou bancos centrais (Weber, 2014). A introdução dessa forma de moeda ocorreu durante a crise financeira de 2008, que só torna mais controversa no sistema financeiro. Uma explicação mais detalhada feita por Arthur (2017) sobre o *Bitcoin* analisou seu potencial e comparação com as moedas existentes e os preços do ouro. Uma forma de criptomoeda, o *Bitcoin* tem vantagens que permitem que ele prevaleça sobre os céticos com sua taxa baixa / zero, um algoritmo controlado e conhecido para criação de moeda e transparência de informações. O *Bitcoin* é apenas uma das muitas moedas digitais disponíveis no mundo digital, mas é, de longe, a maior em capitalização de mercado de aproximadamente US$ 29 bilhões até maio de 2017(Dyhrberg, 2017).

A escolha pelo Bitcoin como objeto de análise neste artigo, além de ser a mais popular das criptomoedas, explica-se pelo fato de ser a primeira moeda totalmente virtual a ser criada, sendo que outras moedas foram criadas posteriormente e se utilizaram da mesma ideia e tecnologia ponta-a-ponta, desse modo, a *Bitcoin* serve como modelo e referência para outras moedas, de acordo com Tiwari et al. (2018). Devido ao fato do pioneirismo em questões de

criptografia descentralizada com fins de pagamentos e movimentações, pela sua relativa segurança e consistência, o *Bitcoin* atraiu atenção de diversos investidores em potencial, o que culminou um aumento exagerado da mesma, começando as vendas no mercado no dia 16 de agosto de 2010 a U$ 0,07 até o ano de 2018 sendo os valores em média entre U$ 3.912 a U$ 6.230 (Bouri et al., 2017).

Além do crescente interesse em criptomoedas, a crise de 2008 também despertou interesse no campo dos princípios de compartilhamento de lucros e perdas ou *Profit and Loss Sharing* (PLS) das finanças islâmicas. O cumprimento de *Shariah* pode ser uma vantagem adicional para proteger contra bolhas financeiras. A Malásia está entre as líderes em finanças islâmicas e implementando-a em maior escala através da introdução do índice KLCI *Shariah* no ano de 1999, Sarif (2011) observou que a indústria financeira islâmica cresceu 14% ao ano nos últimos 15 anos, portanto, dá maiores incentivos para olhar para as ações complacentes da *Shariah*, que são listadas principalmente nos índices de *Shariah* em todo o mundo. Inspirado pelo uso de técnicas recentemente desenvolvidas e pesquisas sobre diversificação de portfólio para investidores islâmicos, Jaffar e Masih (2014); Najeeb et al. (2015); Rahim e Masih (2016) forneceram um ponto de partida fundamentalmente forte para novas pesquisas em ações e índices islâmicos.

Com estudos anteriores sobre o *Bitcoin* como um potencial diversificador de portfólio de investimentos, pretendemos adicionar às literaturas existentes, combinando ações compatíveis com *Shariah* para identificar a diversificação potencial através da criptomoeda sempre tão popular. Uma declaração do Banco Central da Malásia alertou o público de que o *Bitcoin* não é uma moeda legal no país (BNM, 2014). Além disso, os estudiosos de *Shariah* podem ter mais críticas sobre o fato de o *Bitcoin* não ser compatível com a *Shariah.* No entanto, este estudo pretende olhar para além dessas reivindicações e identificar o potencial da *Bitcoin* para investidores malaios e não malaios da *Shariah* que desejam diversificar suas carteiras. A Malásia foi escolhida por ser o principal polo de atratividade das finanças islâmicas, desde a década de 1970 (EY, 2018), além de ser um mercado que indica as novas tendências a serem seguidas nas finanças islâmicas, como o que ocorreu com as emissões dos *Sukuks* (bonds islâmicos).

De acordo com a literatura precedente, percebe-se que os investidores de fundos islâmicos na Malásia se beneficiarão da diversificação de seus investimentos em índices de ações internacionais e de certas commodities, mas pretendemos analisar, com este artigo, se o *Bitcoin* pode ser uma ferramenta de diversificação, por meio de resposta à seguinte questão:

Os investidores do mercado de ações islâmicos da Malásia poderiam obter benefícios de diversificação de portfólio investindo em Bitcoins?

Espera-se que os resultados de cada uma das questões da pesquisa tenham um impacto significativo sobre os investidores e gestores de fundos em suas decisões sobre alocações de carteiras e horizontes de investimento com a presença de tecnologia e transações sem dinheiro. Mais importante, os resultados ajudarão a abordar a nova questão emergente de se a criptomoeda é estável o suficiente para fornecer a diversificação da carteira e se esses benefícios mudam dados os diferentes períodos de tempo.

2. PLATAFORMA TEÓRICA

2.1. Princípios Fundamentais em Finanças Islâmicas

Um conjunto de princípios diferencia singularmente as finanças islâmicas das finanças convencionais ou ocidentais, já que vai além das questões econômicas e financeiras puras, alcançando a sociedade e visando seu bem-estar social. A Lei Islâmica proíbe, por exemplo, a cobrança e o pagamento de juros. Fato ímpar que já causa estranheza aos bancos ocidentais ou convencionais, na medida em que um banco supostamente só geraria riqueza por meio dos juros cobrados de seus clientes.

Os ganhos dos muçulmanos devem vir de meios permitidos e também devem ser gastos em categorias de despesas islamicamente aceitáveis. Consequentemente, o Islã proíbe o investimento em empresas que são consideradas ilegais ou contrárias aos ensinamentos e valores islâmicos. Além disso, a distribuição da riqueza é considerada a principal preocupação na economia islâmica. A riqueza no Islã deve ser compartilhada, não se concentrar em poucas mãos (pessoas ricas). Para os muçulmanos, a preocupação com os outros, em particular com os pobres e necessitados, está profundamente inscrita nos pilares do Islã. O islamismo, portanto, encoraja os muçulmanos a maximizar suas riquezas, desde que não criem uma situação de desequilíbrio social ou que violem as normas da justiça e moral islâmicas.

2.2. O papel do dinheiro no Islamismo

Com base nos princípios econômicos islâmicos, o dinheiro é considerado capital "potencial". Ou seja, torna-se capital real somente quando é investido em uma atividade produtiva (Ayub, 2007; Costa, 2013; Jantalia, 2016). O Islamismo reconhece o valor do tempo do dinheiro, mas apenas quando atua como capital, e não quando é capital "potencial" (Iqbal, 1997; Ayub, 2007; Iqbal, 2012). Levando em consideração que as finanças modernas se baseiam no conceito de valor do dinheiro no tempo, as finanças islâmicas não rejeitam a avaliação monetária do tempo. A *Shariah* não proíbe um aumento do valor do empréstimo de uma mercadoria em qualquer contrato de venda com vencimento em uma data futura. Proíbe, no entanto, fazer o valor do dinheiro no tempo um elemento de uma relação de empréstimo onde é reivindicado como um valor predeterminado (Khan, 1991). Nessa situação, a *Shariah* exige que um empréstimo seja devolvido na mesma moeda pela qual foi dada (Ahmad; Hassan, 2006).

O Islã não reconhece o dinheiro como uma *commodity*, exceto em alguns casos especiais. O dinheiro não tem utilidade intrínseca; é apenas um meio de troca. Cada unidade monetária é exatamente igual a outra unidade de mesma denominação, portanto, não há espaço para obtenção de lucro através da troca dessas unidades em si. O lucro, por sua vez, é gerado quando algo que tem utilidade intrínseca é vendido por dinheiro ou quando diferentes moedas são trocadas, umas pelas outras.

2.3. Estudos recentes sobre *Bitcoin*

Bouri et al. (2016) usaram o método de correlações condicionais dinâmicas e identificaram propriedades de diversificação da *Bitcoin* para os principais índices de ações mundiais, títulos, petróleo, ouro, dólar americano e commodities em geral. Brière et al. (2015) encontraram os mesmos resultados. Kristoufek (2015), em seguida, usou o método da coerência *Wavelet* para observar os potenciais direcionadores dos preços do *Bitcoin*, e concluiu que os fatores econômicos fundamentais afetam seu preço.

A pesquisa também estava de acordo com Bouri et al. (2016), de que o *Bitcoin* não é um investimento seguro para refúgio e tem uma combinação de propriedades de ativos financeiros e bolhas especulativas. As descobertas de Eisl et al. (2015) usando a estrutura de Valor em risco condicional foram confirmadas por Bouri et al. (2016) e ainda recomendam que o *Bitcoin* seja incluído em portfólios ótimos.

Bouri et al. (2017), em outro artigo recente, usaram a regressão quantílica com base em *Wavelets* para observar a capacidade do *Bitcoin* de se proteger contra a incerteza em quantis mais altos e frequências mais baixas. Dhyrberg (2015) acrescenta que o *Bitcoin* compartilha algumas habilidades de *hedge* com ouro e pode se proteger contra ações no *Financial Times Stock Exchange Index* e no curto prazo em dólares norte-americanos. Bouoiyour et al. (2016) usaram o método de Decomposição em Modo Empírico (EMD) e descobriram que o *Bitcoin* é de fato orientado por fundamentos de longo prazo ao invés de curto prazo ou especulativos.

Nos mercados de ações islâmicos, vários estudos foram feitos usando técnicas mais recentes. Entre eles estão, até 2015, a possível diversificação transfronteiriça dos investidores islâmicos na Malásia e concluiu que os mercados desenvolvidos, os mercados europeus e a MENA são melhores para a diversificação. Os resultados dos estudos precedentes influenciaram a decisão do uso do índice *Dow Jones Islamic Developed Markets* e do *Dow Jones Islamic European Marke*t (índice do Mercado Europeu Islâmico) na pesquisa. No entanto, o MENA foi excluído em nosso estudo por nos sentirmos que mais estudos devem ser feitos, apesar de oferecer boas propriedades de diversificação. Em vez disso, o índice *Dow Jones Islamic Emerging Markets* foi usado para capturar uma ampla diversificação de portfólio em termos de mercado, enquanto o índice europeu para capturar a diversificação da região.

Rahim e Masih (2016) empregaram métodos similares de MGARCH-DCC e Wavelet para estudar oportunidades de diversificação para investidores islâmicos da Malásia diversificarem com os índices de *Shariah* dos principais parceiros comerciais do país. Jaffar e Masih (2014) usaram de forma inovadora o *Malaysian Ace Index* para representar capital de risco (investimentos em PLS) que são os fundamentos dos investimentos islâmicos e encontraram oportunidades de otimização de portfólio para investidores em outros índices de ações de *Shariah* na Malásia.

Os métodos usados neste estudo têm sido empregados em outras pesquisas que analisam oportunidades de diversificação em outros mercados, além dos índices da Malásia e *Shariah*. Por exemplo, Kearney e Poti (2006) usaram o MGARCH-DCC para estudar os determinantes da volatilidade dos retornos de ações nos principais índices da zona do euro. Paramati et al. (2013) encontraram uma relação de longo prazo entre a Austrália e seus principais parceiros comerciais, permitindo uma potencial diversificação para os gerentes de

portfólio. Gjika e Horvath (2013), por sua vez, usaram o modelo DCC assimétrico em seu estudo, que identificou as correlações dos mercados de ações na Europa central.

Embora os mercados de ações *Bitcoin* e islâmicos tenham crescido em popularidade, as literaturas existentes até agora negligenciaram o potencial papel do *Bitcoin* como uma forma de diversificação para os investidores islâmicos. Este artigo pretende preencher a lacuna da literatura, examinando a potencial diversificação do *Bitcoin* nos mercados de ações islâmicos.

3. PLATAFORMA METODOLÓGICA

3.1. Correlação Condicional Dinâmica (MGARCH-DCC)

A abordagem DCC-MGARCH permite ao pesquisador observar e analisar os tempos precisos de mudança nas correlações e volatilidades condicionais. O principal mérito da modelagem, em relação a outros métodos que variam no tempo, como os filtros de *Kalman* e os Mínimos Quadrados Flexíveis, é que ele explica as mudanças na média e nas variâncias da série temporal. Em outras palavras, permite alterações no primeiro momento (média) e no segundo momento (variação). A estimativa de DCC-MGARCH envolve dois processos de etapas para simplificar a estimativa de correlações variáveis no tempo. No primeiro estágio, os parâmetros univariados de volatilidade são estimados usando o modelo GARCH. No segundo estágio, os resíduos padronizados do primeiro estágio são usados como entradas para estimar uma matriz de correlação variável no tempo, onde a matriz H_t é decomposta da seguinte forma:

$$H_t = D_t R_t D_t \qquad (1)$$

Onde D_t é uma matriz diagonal de N X N, cujos elementos são os desvios-padrões condicionais de cada série.

3.2. Abordagem *Wavelet*

A abordagem *Wavelet* permite identificar as interações do mercado de ações que são desafiadoras para serem testadas usando quaisquer outros modelos econométricos modernos de séries temporais. Os mercados consistem em operadores que operam em diferentes

horizontes temporais e, portanto, esses "*traders*" podem se comportar de maneiras diferentes, dependendo de resoluções de tempo não similares (diárias, mensais e semanais). Dentre as vantagens da utilização de Wavelet, podemos citar seu uso para superar os problemas devido a não estacionaridade dos sinais da série temporal.

Outra vantagem é que pode ser uma técnica muito útil para analisar as relações financeiras, especialmente quando há uma distinção entre as relações de curto e longo prazo. As *Wavelets* são localizadas em tempo e escala (banda de frequência) e podem ser usadas para decompor qualquer variável observada em escala por escala (diferentes bandas de frequência, por exemplo) para analisar a dinâmica do co-movimento em diferentes horizontes temporais sem perder nenhuma informação. A principal vantagem da análise de fase de coerência *Wavelet* cruzada é a capacidade de analisar dinâmicas transitórias para a associação entre duas séries temporais.

3.2.1. Transformada *Wavelet* Contínua (CWT)

Para a decomposição *Wavelet*, este estudo segue os estudos de Grinsted et al. (2004) e Aguiar-Conraria e Soares (2011), que aplicam coerência *Wavelet* na forma de Transformada *Wavelet* Contínua (CWT) na série de retorno para capturar co-movimento no espaço tempo-frequência. A transformada *Wavelet* contínua de uma série temporal x_t em relação a ψ é uma função de duas variáveis dadas pela seguinte correlação:

$$W_x(\tau, s) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(t)\bar{\psi}_{\tau,s}(t)dt = \frac{1}{\sqrt{s}}\int_{-\infty}^{+\infty} x(t)\bar{\psi}\left(\frac{t-\tau}{s}\right)dt, \qquad (2)$$

onde a barra indica o conjugado complexo, τ é a posição de tempo ou o parâmetro de tradução que controla sua localização, s é o parâmetro de escala ou dilatação que controla a largura da *Wavelet* e $1/\sqrt{s}$ é um fator de normalização para garantir que a *Wavelet* transformada será comparável entre escalas e séries temporais.

3.2.2. Transformada Wavelet Discreta de Sobreposição Máxima (MODWT)

A Transformada *Wavelet* Discreta de Sobreposição Máxima (MODWT) é usada com sua vantagem na flexibilidade do comprimento de dados, o que significa não exigir a potência integral de 2, bem como a propriedade invariante no tempo. A família wavelet symlet 8 é

escolhida para obter a menor propriedade de assimetria, que é mais apropriada para séries financeiras. A série de retorno transformada r (t) é representada como uma combinação linear de funções wavelet da seguinte forma:

$$r(t) = \sum_k s_{J,k}\phi_{J,k}(t) + \sum_k d_{J,k}\psi_{J,k}(t) + \sum_k d_{J-1,k}\psi_{J-1,k}(t) + \ldots + \sum_k d_{1,k}\psi_{1,k}(t). \quad (3)$$

Onde:

j é o número de intervalos ou frequências;

k é o número de coeficientes no componente especificado;

ϕj, k (t) e ψj, k (t) são o par *Wavelet* pai e mãe ortogonal que são dados respectivamente por:

$$\phi_{J,k}(t) = 2^{-J/2}\phi\left(t - \frac{2^J k}{2^J}\right)$$
$$\psi_{J,k}(t) = 2^{-J/2}\psi\left(t - \frac{2^J k}{2^J}\right) \quad (4)$$

As *Wavelets* "Pai" representam as partes de baixa frequência (suaves) da série, enquanto as *Wavelets* "Mãe" representam as partes de alta frequência (detalhadas) da série. Os coeficientes *Wavelet* s_{jk} e d_{jk} são aproximados pelas seguintes integrais:

$$\int \phi_{J,k}(t)f(t)dt \approx s_{J,k}$$
$$\int \psi_{J,k}(t)f(t)dt \approx d_{J,k} \quad (5)$$

$S_{J,k}$ são chamados coeficientes "suaves" que representam o comportamento suave subjacente da série, enquanto $d_{j,k}$ são chamados de coeficientes "detalhados" que representam os desvios de escala do processo suave. Estes coeficientes são as medidas da contribuição da função *Wavelet* correspondente para a série total. Depois de decompor a série de retorno em cristais j, os cristais *dj* são recompostos em um domínio de tempo. Toda a série de devoluções excedentes é replicada em decomposição de resolução múltipla da seguinte forma:

$$\hat{r}^J = D_1 + \cdots + D_J + S_J \quad (6)$$

D_j é a série recomposta no domínio do tempo do d_j cristal e S_J é a recomposição do resíduo. A série de retorno reconstituída ˆrJ contém os componentes separados da série original em cada frequência j. D_j representa a contribuição da frequência j para a série original. Depois de obter as séries recompostas para cada frequência, o estudo segue Ramsey e Lampart (1998) ao estimar o beta em diferentes escalas de tempo. O coeficiente β_{ji} a variável-chave que o estudo está tentando examinar, que muda dependendo da escala de tempo j. O estudo pode estimar a covariância *Wavelet* ˜γXY (λ_j) e a variância *Wavelet*, ˜σ_X (λ_j) e ˜σ_Y (λ_j).

Para a correlação, o coeficiente de correlação *Wavelet*, ρXY (λj), fornece uma medida padronizada da relação entre as duas séries temporais submetidas a várias escalas de tempo. O estimador não viesado da correlação *Wavelet* para a escala de tempo *j* é definido por:

$$\tilde{\rho}_{XY}(\lambda_j) = \frac{\tilde{\gamma}_{XY}(\lambda_j)}{\tilde{\sigma}_X(\lambda_j)\tilde{\sigma}_Y(\lambda_j)} \tag{7}$$

Onde ˜σX (λj) e ˜σY (λj) são os estimadores imparciais das variâncias da *Wavelet*, enquanto ˜γXY (λj) são os estimadores imparciais da covariância da *Wavelet*. O estudo segue Gencay et al. (2002) ao utilizar abordagem simples baseada em *Wavelet* para testar diferenças significativas. Em particular, o estudo testará se os coeficientes de correlação de *Wavelets*, escala a escala, entre pares islâmicos e convencionais são significativamente diferentes. A mudança significativa é identificada pela observação de intervalos de confiança aproximados entre pares islâmicos e convencionais. A hipótese nula é de que nenhuma diferença estatisticamente significante pode ser rejeitada quando intervalos aproximados de confiança de 95% não se sobrepõem.

Tabela 1 – Índices selecionados para pesquisa.

Tabela 1: Índices selecionados para pesquisa

Símbolo	*Definição*
FBMSHA	**FTSE BURSA MALAYSIA EMAS SHARIAH - PRICE INDEX**
DJIU	**DJ ISLAMIC EUROPE - PRICE INDEX**
DJIDEV	**DJ ISLAMIC WORLD DEVELOPED - PRICE INDEX**
DJIEM	**DJ ISLAMIC WORLD EMERGING MKTS. - PRICE INDEX**
BITCOIN	**BITCOIN**

Fonte: Autores (2019).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Pesquisas recentes de Najeeb et al. (2015), Rahim e Masih (2016) e Jaffar e Masih (2017) usaram consistentemente o índice FTSE *Bursa Malaysia Emas Shariah* como um substituto para o retorno do índice de ações da Shariah da Malásia. Esse estudo vai aplicar o mesmo índice para as ações da Shariah da Malásia (FBMSHA) em conjunto com o DJIDEV (Dow Jones para Mercados Islâmicos Desenvolvidos), DJIEM (Dow Jones para Mercados Emergentes Islâmicos) e DJIU (Dow Jones para o Mercado Europeu). Coletamos dados de preço de fechamento diário para todos os 5 índices de 1º de janeiro de 2013 a 2 de janeiro de 2017.

Todos os índices do mercado de ações foram obtidos do banco de dados da *Thomson-Reuters DataStream®* e do índice de preços do *Bitcoin* obtido da *Coindesk*, que atualmente é a bolsa de *Bitcoin* mais ativa. Os retornos de todos os 5 índices são calculados como diferenças dos preços de fechamento diários logarítmicos dos índices, {ln (pt) - ln (pt-1)}, onde p é um valor de índice.

As estatísticas descritivas na Tabela 2 mostram que a volatilidade dos retornos representada pelo desvio-padrão é a mais alta para o índice *Bitcoin* e mais baixa para os retornos *FTSE Bursa EMAS Malaysia*. Esse desvio-padrão mostra a volatilidade independente do tempo absoluto do retorno. Ao mesmo tempo, a média também é mais alta para o BITCOIN. Observamos também que todos os retornos são negativamente distorcidos, exceto pelos retornos do índice *Bitcoin*, retratando um retorno assimétrico. É importante ressaltar que o

valor da curtose de todos os índices está acima de 3, indicando uma distribuição *fat-tail* e todos não são normalmente distribuídos.

Tabela 2 – Estatística descritiva.

Sample period : 1045 observations from 01-Jan-13 to 02-Jan-17

Variable(s)	:	BITCOIN	DJIDEV	DJIEM	DJIU	FBMSHA
Maximum	:	.49966	.025962	.075080	.037803	.032472
Minimum	:	-.35071	-.041938	-.066263	-.064264	-.033693
Mean	:	.0041361	.2619E-3	-.1137E-3	.2596E-4	.4015E-4
Std. Deviation	:	.055926	.0070534	.0086777	.0093923	.0057261
Skewness	:	.12847	-.59331	-.24059	-.51691	-.29407
Kurtosis - 3	:	13.4360	3.1954	10.7522	3.7577	4.5634
Coef of Variation:		13.5213	26.9331	76.3043	361.7293	142.6075

Fonte: Dados da Pesquisa.

O objetivo desta pesquisa foi o de realizar um estudo exploratório sobre se existe incentivo para os gestores de ativos e fundos mútuos islâmicos investirem parte de sua carteira em criptomoedas. Dessa forma, e considerando que o *Bitcoin* é uma das formas mais ativamente negociadas de criptomoeda, o índice de preços de *Bitcoin* obtido da *Coindesk* será usado como *proxy*. A análise empírica começa por identificar a relação entre os mercados de ações e os retornos do *Bitcoin* para possibilidades de diversificação de uma carteira de investimentos.

Investidores do mercado de ações islâmicos devem investir em *Bitcoins* para obter benefícios de diversificação de portfólio?

Foi executada análise M-GARCH-DCC nos retornos do Bitcoin e todos os 4 retornos do índice de ações. As figuras 1 e 2 ilustram os resultados. Os resultados do Modelo Normal DCC e do modelo t-DCC são comparados para determinar o melhor modelo. Os parâmetros de volatilidade observados no Modelo Normal DCC são altamente significativos com sua alta relação t e mostram o decaimento da volatilidade com seu $\lambda 1i$, i = 1,2,3,4,5,6 próximo a 1. Volatilidades incondicionais estimadas e correlações são relatadas dentro do painel inferior.

Tabela 3 – Estimativas de máxima verossimilhança do modelo Normal DCC nos retornos diários dos índices de ações.

Multivariate GARCH with underlying multivariate Normal distribution
Converged after 51 iterations

****

* Based on 1045 observations from 01-Jan-13 to 02-Jan-17.
The variables (asset returns) in the multivariate GARCH model are: BITCOIN DJIDEV DJIEM DJIU FBMSHA
Volatility decay factors unrestricted, different for each variable. Correlation decay factors unrestricted, same for all variables.

****

Parameter	Estimate	Standard Error	T-Ratio[Prob]
lambda1_BITCOIN	.77914	.023617	32.9908[.000]
lambda1_DJIDEV	.74997	.036882	20.3340[.000]
lambda1_DJIEM	.86365	.023969	36.0322[.000]
lambda1_DJIU	.79845	.043995	18.1488[.000]
lambda1_FBMSHA	.85356	.030738	27.7688[.000]
lambda2_BITCOIN	.19171	.019676	9.7431[.000]
lambda2_DJIDEV	.12419	.017596	7.0576[.000]
lambda2_DJIEM	.10743	.014932	7.1943[.000]
lambda2_DJIU	.096599	.015151	6.3759[.000]
lambda2_FBMSHA	.10588	.018577	5.6998[.000]
delta1	.97130	.0078239	124.1457[.000]
delta2	.0092114	.0020433	4.5081[.000]

****

Maximized Log-Likelihood = 17382.3

****

Estimated Unconditional Volatility Matrix
1045 observations used for estimation from 01-Jan-13 to 02-Jan-17 Unconditional Volatilities (Standard Errors) on the DiagonalElements Unconditional Correlations on the Off-Diagonal Elements

****

	BITCOIN	DJIDEV	DJIEM	DJIU	FBMSHA
BITCOIN	.056052	-.028280	.0019164	-.028412	-.015218
DJIDEV	-.028280	.0070549	.56578	.75349	.26677
DJIEM	.0019164	.56578	.0086742	.56346	.50240
DJIU	-.028412	.75349	.56346	.0093878	.26025
FBMSHA	-.015218	.26677	.50240	.26025	.0057235

****

Fonte: Dados da Pesquisa.

Tabela 4 – Estimativas de máxima verossimilhança do modelo t-DCC nos retornos diários dos índices de ações.

Multivariate GARCH with underlying multivariate t-distribution
Converged after 29 iterations

****

Based on 1045 observations from 01-Jan-13 to 02-Jan-17.
The variables (asset returns) in the multivariate GARCH model are: BITCOIN DJIDEV DJIEM DJIU FBMSHA
Volatility decay factors unrestricted, different for each variable. Correlation decay factors unrestricted, same for all variables.

****

Parameter	Estimate	Standard Error	T-Ratio[Prob]
lambda1_BITCOIN	.75652	.027245	27.7673[.000]
lambda1_DJIDEV	.78909	.041960	18.8058[.000]
lambda1_DJIEM	.90147	.025148	35.8471[.000]
lambda1_DJIU	.79968	.046034	17.3713[.000]
lambda1_FBMSHA	.81044	.048035	16.8718[.000]
lambda2_BITCOIN	.22737	.024506	9.2780[.000]
lambda2_DJIDEV	.096853	.018554	5.2200[.000]
lambda2_DJIEM	.068578	.014952	4.5867[.000]
lambda2_DJIU	.084794	.015994	5.3016[.000]
lambda2_FBMSHA	.12495	.026615	4.6945[.000]
delta1	.97411	.0070864	137.4626[.000]
delta2	.010164	.0022608	4.4956[.000]
Df	5.9229	.36226	16.3501[.000]

****

Maximized Log-Likelihood = 17665.8

****

* df is the degrees of freedom of the multivariate t distribution

Estimated Unconditional Volatility Matrix
1045 observations used for estimation from 01-Jan-13 to 02-Jan-17 Unconditional Volatilities (Standard Errors) on the DiagonalElements Unconditional Correlations on the Off-Diagonal Elements

****

	BITCOIN	DJIDEV	DJIEM	DJIU	FBMSHA
BITCOIN	**.056052**	-.028280	.0019164	-.028412	-.015218
DJIDEV	-.028280	**.0070549**	.56578	.75349	.26677
DJIEM	.0019164	.56578	**.0086742**	.56346	.50240
DJIU	-.028412	.75349	.56346	**.0093878**	.26025
FBMSHA	-.015218	.26677	.50240	.26025	**.0057235**

****

Fonte: Dados da Pesquisa.

Em seguida, o resultado do modelo t-DCC também mostra sinais significativos de declínio gradual da volatilidade, mas determinar o modelo mais apropriado dependerá de:

1. valor maximizado de log-verossimilhança de 17.665,8 > 17.382,3
2. graus estimados de liberdade para o t-DCC inferiores a 30.

Portanto, o modelo t-DCC será mais apropriado para capturar a natureza fatídica dos retornos. A evidência do declínio gradual da volatilidade significa simplesmente que o risco

envolvido nos retornos gradualmente se anula após um choque no mercado. A soma de lambda1_BITCOIN e lambda2_BITCOIN (0.77914 + 0.19171 = 0.97085) e também os outros cinco índices restantes, o resultado da soma é inferior a 1, o que nos diz que a volatilidade do retorno do Bitcoin juntamente com outros retornos não seguem a Heterocedasticidade Condicional Generalizada Auto Regressiva Integrada (IGARCH) ou simplesmente, choque para as volatilidades não são permanentes. No caso de um choque no sistema, queremos saber se essas correlações e voláteis voltam ao normal. Em seguida, testamos a hipótese de a volatilidade nos retornos ser uma reversão à média. Para conseguir isso, testamos a hipótese nula de que:

$$H_0: \lambda_1+\lambda_2 = 1 \tag{8}$$

O resultado resumido apresenta-se na Tabela 5:

Tabela 5 – Estima a hipótese nula de que:

H_0: $\lambda_1+\lambda_2 = 1$

	1-λ_1-λ_2	**Erro padrão**	**Relação T**
BITCOIN	0,016108	0,0038724	4,1598
FBMSHA	0,064618	0,025050	2,5796
DJIDEV	0,11406	0,030265	3,7687
DJIEM	0,029952	0,013071	2,2914
DJIU	0,11553	0,035953	3,2134

Os elementos diagonais na Tabela 4 (painel inferior) explicam as volatilidades incondicionais dos índices, enquanto as diagonais de fora explicam as correlações incondicionais.

Neste estudo, descobrimos que o *Bitcoin* é o mais volátil com volatilidade incondicional de 0,056, enquanto os índices de ações restantes têm volatilidades incondicionais muito baixas, variando de 0,0057 a 0,0094, que por sua vez significa que esses retornos sobre as quatro ações compatíveis com *Shariah* os índices são menos voláteis. O menos volátil de todos é FTSE Bursa Malásia EMAS *Shariah* seguido por *Dow Jones Islamic Developed Markets.* Como sabemos que a maior crise financeira aconteceu em 2008, e os dados da série temporal para este estudo são de 2013 em diante, acreditamos que as ações islâmicas e não

islâmicas foram mais cautelosas com seus níveis de alavancagem que resultaram em baixa volatilidade.

Com os elementos off-diagonal mostrando as correlações incondicionais, como apresentado na Tabela 4 (painel inferior), descobriu-se que a correlação entre os retornos do índice *DJI Europe* com o retorno do índice *DJI Dev* é a mais alta entre os outros retornos com +0,75349. O resultado é como esperado devido à grande parte das ações da DJI Europa em virtude do peso serem do Reino Unido como identificado por Najeeb et al. (2015), que também é classificado como um mercado desenvolvido.

Estando altamente correlacionados entre si, também não chegou a surpreender que a menor correlação seja entre os retornos do índice *Bitcoin* com *DJI Europe* e *DJI Development*, que é de –0,028. A partir daqui, observamos que o *Bitcoin* será um excelente instrumento de diversificação, pois sua correlação com todos os outros índices islâmicos neste estudo é extremamente baixa em comparação com as correlações entre os índices de ações. Isso mostra que os investidores islâmicos podem se beneficiar da diversificação de seus investimentos além do mercado acionário e da criptomoeda, ou seja, o *Bitcoin*.

Na Figura 1 abaixo, podemos ver os gráficos das volatilidades condicionais traçadas durante todo o nosso período de estudo. O gráfico é capaz de confirmar as propriedades de volatilidades e correlações que variam com o tempo.

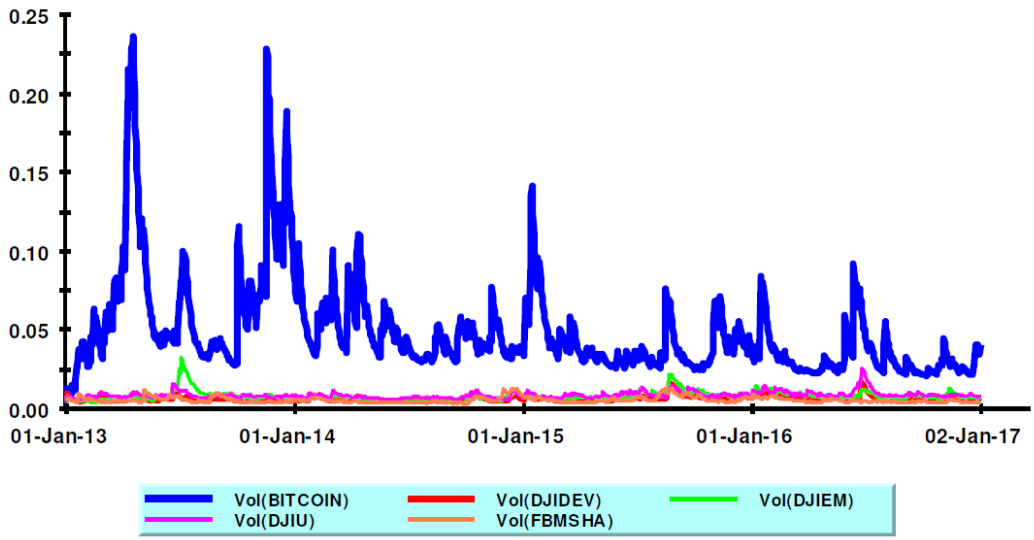

Figura 1 – Volatilidades Condicionais.

Fonte: Autores (2019).

Como pode-se observar no gráfico, as volatilidades condicionais do *Bitcoin* atingiram o pico em 2013 e continuaram a flutuar de forma volátil no longo prazo, em comparação com os índices de ações islâmicos. O gráfico também confirma o que foi mostrado na matriz de volatilidade incondicional anteriormente que os retornos do *Bitcoin* exibiram as maiores volatilidades em comparação com outros índices durante todos os períodos. Nunca a volatilidade do *Bitcoin* foi menor do que outros índices. No entanto, pequenos picos na volatilidade do *DJI Emerging Market* podem ser vistos em meados de 2013 e meados de 2015, que também afetaram as volatilidades da *Bitcoin*, provando assim sua correlação positiva. Todos os outros índices, exceto o *DJI Emerging Markets*, têm correlação negativa com o *Bitcoin*.

4.1. Transformada *Wavelet* Contínua (CWT)

Nesta seção, foi realizada a análise de transformada *Wavelet*, contínua usando o método da coerência *Wavelet* para analisar os impactos nos benefícios de diversificação de portfólio, considerando os diferentes horizontes de investimento. A transformação contínua de *Wavelets* e a diferença de fase dos retornos do índice de preços do *Bitcoin* com os retornos do índice do *DJI Developed Market*, do *DJI Emerging Market*, do *DJI Europe* e do *FBM Shariah EMAS* são apresentados nas Figuras 3 a 6, respectivamente, da escala 1 (2-4 dias) até a escala 7 (256 dias). O eixo horizontal representa o tempo em termos de número de dias de negociação, enquanto o eixo vertical se refere ao horizonte de investimento.

Os valores para o nível de significância de 5% representado pela linha curva foram obtidos a partir das simulações de Monte Carlo e as observações fora da linha curva são insignificantes para este estudo. O código de cores para potência ou força de correlação varia de azul (baixa coerência, próximo de zero) a vermelho (alta coerência, próximo de um). As setas apontando para a direita sinalizam que os índices estão em fase, mas se eles apontarem para a esquerda, isso significa que os índices estão fora de fase. Para a direita e para cima significa que a primeira série (BITCOIN) está atrasada. Para a direita e para baixo, significa que a primeira série (BITCOIN) está liderando. Para a esquerda e para cima indica que a primeira série (BITCOIN) está atrasada, enquanto a primeira série (BITCOIN) leva quando as setas estão apontando para a esquerda e para baixo (Madaleno & Pinho, 2010).

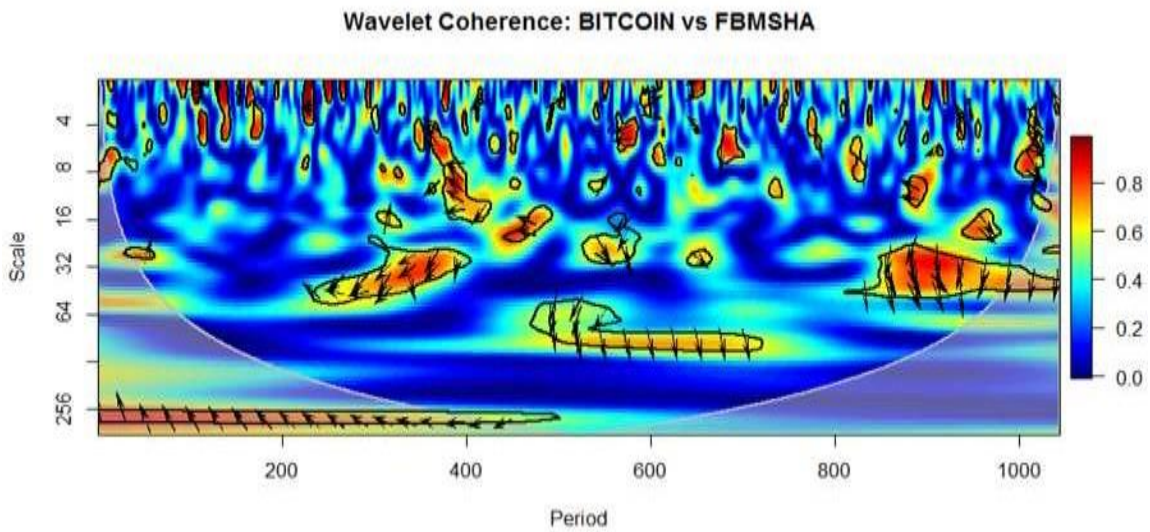

Figura 2 – Transformada *Wavelet* contínua - BITCOIN e FBMSHA.

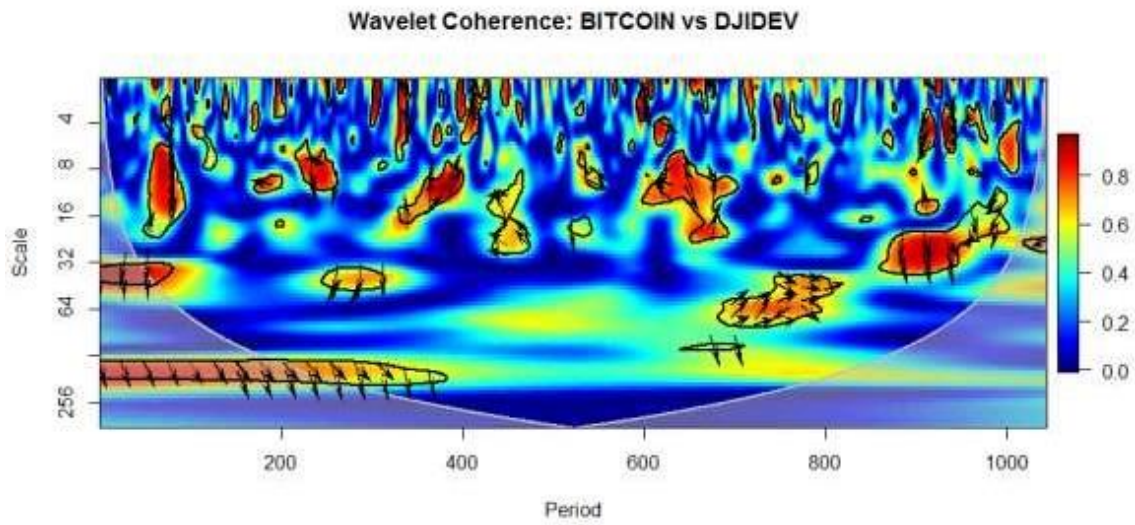

Figura 3: Transformada *Wavelet* contínua - BITCOIN e DJIDEV.

Em geral, a cor do resultado da coerência de *Wavelets* para todas as 4 Figuras é principalmente de cor azul, o que implica baixa coerência entre os índices de ações *Bitcoin* e islâmicos. Com exceção de períodos curtos de 2 a 4 dias, podemos observar alguns sinais vermelhos, mas não muito. Sinais significativos são:

1. em torno do período de tempo do quadragésimo dia e no período de espera de 8-16 dias.

2. Período de vigência do 900º dia com um período de detenção de 16 a 32 dias e 32 a 64 dias.

Pelo qual todos os índices estão mostrando um resultado semelhante de correlação ligeiramente alta com o *Bitcoin*. Além dos períodos acima observados que mostraram uma correlação similar e distinta com os retornos do *Bitcoin*, todos os outros períodos de correlação moderada a alta com o *Bitcoin* são dificilmente perceptíveis. Longos investimentos de 64-128 dias mostram baixa correlação na maioria dos períodos para todos os índices de ações islâmicos. Isso poderia implicar que o *Bitcoin* pode fornecer diversificação até para investidores em ações islâmicas que têm diferentes períodos de detenção de investimentos (investidores de longo e curto prazo)

4.2. Robustez e Validação de Resultados – MODWT

A abordagem Transformada *Wavelet* Discreta de Sobreposição Máxima (MODWT) é utilizada para a robustez e validação dos resultados em Heterocedasticidade Condicional Dinâmica Generalizada Autorregressiva Multivariada (MGARCH-DCC) e Transformada *Wavelet* Contínua (CWT). No MODWT, o resultado será especificado nas escalas de tempo para os retornos em que este estudo estendeu a escala em sete escalas (2-4 dias, 4-8 dias, 8-16 dias, 16-32 dias, 32-64 dias, 64-128 dias e 128-256 dias). As correlações entre os retornos do índice BITCOIN com os índices de retorno dos índices de Shariah usados neste estudo são examinadas usando a série de retornos MODWT gerados e os resultados são mostrados na tabela 6:

Tabela 6 – Correlações *Wavelet* dos retornos do índice *Bitcoin* com retorno dos 4 índices utilizados neste estudo - transformações MODWT.

Escala	FBMSHA	DJIU	DJIDEV	DJIEM
2-4 dias	-0.02183016	-0.047515697	-0.08662398	0.01989142
4-8 dias	0.02154318	0.007865267	-0.001067655	-0.01836495
8-16 dias	-0.04061747	-0.06111409	-0.007172127	-0.02300642
16-32 dias	-0.10688815	-0.034307245	-0.008103428	0.05242465
32-64 dias	-0.09925462	-0.008231172	0.085895635	0.0334505
64-128 dias	0.13122073	0.338284362	0.456946746	0.18320457
128-256 dias	0.31674619	0.477741929	0.518077679	0.67269254

Fonte: Autores (2019).

Existem correlações negativas em todos os índices de *Shariah*, mas o *DJI Emerging Market* é correlacionado negativamente apenas por períodos de 4 a 8 dias e 8 a 16 dias, enquanto os demais períodos estão positivamente correlacionados. Para todos os índices, o período de espera de 64 dias em diante tende a ter correlação positiva com o *Bitcoin*. Ao contrário dos achados de correlação entre índices de ações e commodities convencionais que tendem a ser mais altamente correlacionados na escala mais longa, não há uma tendência prevista para o relacionamento do Bitcoin com os índices de ações *Shariah* de diferentes períodos de holding. Para o período de manutenção de 8 a 16 dias, a correlação é negativa para todos os índices, indicando que os investidores devem considerar o Bitcoin uma diversificação para o horizonte de investimento de curto e médio prazo. Quanto aos investidores de longo prazo no *DJI Developed Market* e *DJI Emerging Market*, suas correlações com o *Bitcoin* são aparentemente altas na escala de 128-256 dias, acima de 0,5, mas ainda é melhor do que os resultados de Najeeb et al. (2015), em que as correlações FBMSHA com outros índices de Shariah vai acima de 0.7 quando o período de espera é de 64-128 dias.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo examina empiricamente as relações causais entre a volatilidade do retorno do *Bitcoin* e os índices Shariah (FBM EMAS, *DJI Developed Market*, *DJI Emerging Market* e *DJI Europe*) usando dados diários de janeiro de 2013 a janeiro de 2017. O conhecimento sobre a relação entre as Criptomoedas aparentemente controversos e mercados de ações islâmicos seriam úteis para identificar o uso potencial de investidores islâmicos ou gestores de fundos mútuos para a diversificação de carteiras. No geral, este estudo é formado pela combinação de interesses recentes em três áreas de finanças: finanças islâmicas, moeda digital e as mais recentes técnicas econométricas. Literatura relacionada discutindo a fundamentação teórica da relação dos índices Shariah em todo o mundo com índice EMAS da Malásia (Najeeb et al., 2015) e índices de Shariah com investimento de capital de risco (Jafar & Masih, 2014) inspiraram este estudo no uso do *Bitcoin* como um potencial diversificador. Este estudo é concluído com três principais descobertas com base em evidências empíricas. Em primeiro lugar, existe uma correlação baixa e negativa entre o mercado de ações Shariah da Malásia e o *Bitcoin*, isso implica que os investidores na Malásia podem obter benefícios de diversificação de portfólio investindo em *Bitcoin*. Em segundo lugar, a correlação entre *DJIDEV*, *DJI Europe* e *DJIEM* com *Bitcoin* é baixa e

negativa, bem como a exceção para as participações de longo prazo. Embora a correlação esteja aumentando em um período de espera maior entre o mercado de ações e o *Bitcoin*, a correlação ainda é menor do que os resultados de artigos anteriores sobre diversificação transfronteiriça. Finalmente, como a correlação de *Bitcoin* e índices de ações aumentam junto com o horizonte de período de *holding*, isso implica que os preços do *Bitcoin* são de fato guiados por fundamentos de longo prazo, e não por curto prazo e especulativos.

Recomenda-se que, para a futura pesquisa empírica, se estenda o foco em outros índices do mercado de ações e um estudo mais exaustivo, que pode incluir um índice socialmente responsável como substituto do índice de ações islâmicas. O estudo adicional é incentivado a analisar outros fatores, incluindo variáveis macroeconômicas e fatores fundamentais. Pode ser útil também olhar para uma explicação mais robusta da perspectiva de *Shariah Scholar* sobre a validade do *Bitcoin*, a fim de advogar pelo curso legal da moeda Bitcoin na Malásia e outros países islâmicos.

REFERÊNCIAS

Aguiar-Conraria, L., & Soares, M. J. (2011). Oil and the macroeconomy: using wavelets to analyze old issues. *Empirical Economics, 40*(3), 645-655.

Arash, M., & Alloway, T. (2017) Bitcoin ETF Plan Struggles to Find Support. *The Financial Times*, 10 May.

Ariff, M., & Rosly, S. A. (2011). Islamic banking in Malaysia: unchartered waters. *Asian Economic Policy Review, 6*(2), 301-319.

Arthur, C. (2017). Bitcoin: Man Charged over Alleged Multimillion-Dollar Ponzi Fraud. *The Guardian*, 10 May.

Balchunas, E. (2013). Diamonds and Kazakhs and Bitcoins, Oh My: An ETF Parade. *Bloomberg*, 12 July.

Balcilar, M., Bouri, E., Gupta, R., & Roubaud, D. (2016). Can Volume Predict Bitcoin Returns and Volatility? A Nonparametric Causality-in-Quantiles Approach, REPEC *Working paper no. 201662*.

Bouoiyour, J., & Selmi, R. (2015). What Does Bitcoin Look Like? *Annals of Economics and Finance, 16*(2), 449-492.

Bouoiyour, J., Selmi, R., & Tiwari, A. K. (2015). Is Bitcoin business income or speculative foolery? New ideas through an improved frequency domain analysis. *Annals of Financial Economics, 10*(1), June.

Bouri, E., Gupta, R., Tiwari, A. K., & Roubaud, D. (2017). Does Bitcoin hedge global uncertainty? Evidence from wavelet-based quantile-in-quantile regressions. *Finance Research Letters*, February, 1-9.

Bouri, E., Jalkh, N., Molnár, P., & Roubaud, D. (2017). Bitcoin for energy commodities before and after the December 2013 crash: diversifier, hedge or safe haven?. Applied Economics, March, 1-11.

Bouri, E., Molnár, P., Azzi, G., Roubaud, D., & Hagfors, L. I. (2017). On the hedge and safe haven properties of Bitcoin: Is it really more than a diversifier? *Finance Research Letters, 20*, 192-198.

Bouri, E., Molnár, P., Azzi, G., Roubaud, D., & Hagfors, L. I. (2017). On the hedge and safe haven properties of Bitcoin: Is it really more than a diversifier? *Finance Research Letters, 20*, 192-198.

Brandvold, M., Molnár, P., Vagstad, K., & Valstad, O. C. A. (2015). Price discovery on Bitcoin exchanges. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money, 36*, 18-35.

Brière, M., Oosterlinck, K., & Szafarz, A. (2015). Virtual currency, tangible return: Portfolio diversification with bitcoin. *Journal of Asset Management, 16*(6), 365-373.

Ciaian, P., Rajcaniova, M., & Kancs, D. A. (2016). The economics of BitCoin price formation. *Applied Economics, 48*(19), 1799-1815.

Ciaian, P., Rajcaniova, M., & Kancs, D. A. (2016). The economics of BitCoin price formation. *Applied Economics, 48*(19), 1799-1815.

Dwyer, G. P. (2015). The economics of Bitcoin and similar private digital currencies. *Journal of Financial Stability, 17*, 81-91.

Dyhrberg, A. H. (2016). Hedging capabilities of bitcoin. Is it the virtual gold? *Finance Research Letters, 16*, 139-144.

Eisl, A., Gasser, S. M., & Weinmayer, K. (2015). *Caveat Emptor: Does Bitcoin Improve Portfolio Diversification?* SSRN - id 2408997.

Evans, C. (2015). Bitcoin in Islamic Banking and Finance. *Journal of Islamic Banking and Finance, 3*(1), 1-11.

Gandal, N., & Halaburda, H. (2014). Competition in the Cryptocurrency Market, Bank of Canada. *Working paper 2014 -33.*

Gençay, R., Selçuk, F., & Whitcher, B. (2002). An introduction to wavelets and other filtering methods in finance and economics. *Waves in Random Media, 12*(3), 399-399.

Gjika, D., & Horvath, R. (2013). Stock market comovements in Central Europe: Evidence from the asymmetric DCC model. *Economic Modelling, 33*, 55-64.

Yermack, D. (2013). Is Bitcoin a real currency? An economic appraisal, National Bureau of Economic. *Research, No. W 19747.*