

UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC

CURSO DE ADMINISTRAÇÃO

FÉLIX VENDRAMINI PIZZETTI

**A VOLATILIDADE DAS CRIPTOMOEDAS: UM ESTUDO COM UTILIZAÇÃO DE
MODELOS GARCH**

CRICIÚMA

2018

FÉLIX VENDRAMINI PIZZETTI

**A VOLATILIDADE DAS CRIPTOMOEDAS: UM ESTUDO COM UTILIZAÇÃO DE
MODELOS GARCH**

Monografia apresentada para a obtenção do grau de Bacharel em Administração, no Curso de Administração da Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC.

Orientador: Prof. Msc. Thiago Rocha Fabris

CRICIÚMA

2018

FÉLIX VENDRAMINI PIZZETTI

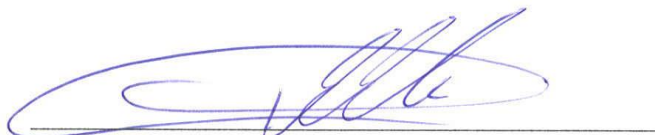
**A VOLATILIDADE DAS CRIPTOMOEDAS: UM ESTUDO COM UTILIZAÇÃO DE
MODELOS GARCH**

Monografia apresentada para a obtenção do grau de Bacharel em Administração, no Curso de Administração - Linha de Formação Específica em Empresas da Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC.

Orientador: Prof. Msc. Thiago Rocha Fabris

Criciúma, 29 de Novembro de 2018.

BANCA EXAMINADORA



Thiago Rocha Fabris – Mestre – UNESC - Orientador



Abel Correa de Souza – Mestre - UNESC



Ana Paula Silva dos Santos - Mestre - UNESC

CRICIÚMA

2018

Aos meus pais e meu irmão, por sempre me apoiarem e estarem ao meu lado quando precisei.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador, ao professor Zilli, a minha família por estar sempre ao meu lado me apoiando, a minha namorada Lubavi que me apoiou e foi compreensiva pelo tempo que estive ausente em nosso relacionamento, e principalmente a mim mesmo por ter me esforçado tanto, dedicado tanto tempo para que esse trabalho fosse possível e acreditado sempre em meu próprio potencial.

“Eu não tenho nenhum talento especial, sou apenas profundamente curioso.”

Albert Einstein

RESUMO

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

As criptomoedas assim como o Bitcoin são um tipo de moeda virtual que permite que seu portador possa realizar sua transação de maneira rápida e confiável. Porém, além disso, essas criptomoedas são utilizadas como um ativo financeiro, para que investidores possam obter lucro com operações de compra e venda do ativo. Diante disso, o estudo objetivou verificar a utilização do modelo GARCH (1,1) para previsões de volatilidade futura, e comparar com as principais ações do índice Bovespa. Metodologicamente, a pesquisa se caracterizou como descritiva, quanto aos fins, exploratória, e quanto aos meios de investigação quantitativa. O estudo foi realizado com a análise de dados das criptomoedas: Bitcoin, Tether, Ethereum, Ripple, e, EOS. Também foram analisados os dados das ações: VALE3, ITUB4, PETR4, ABEV3, e, BBDC4. Os dados foram analisados com auxílio do programa OxMetrics para previsão de volatilidade de 10 períodos a frente. Verificou-se que grande parte das criptomoedas e ações tiveram um retorno positivo, atendendo as expectativas e conseguindo prever o valor de fechamento conforme seu intervalo de confiança apresentado. Porém alguns índices principalmente as ações, apresentaram desvio fora do previsto pelo modelo, confirmando assim que o modelo apesar de ficar próximo aos valores, não possui uma previsão exata, já que nesta formulação não são levado em conta fatores externos que impactam diretamente no preço praticado nas ações, como instabilidade política, pronunciamentos referentes ao mercado, entre outros fatores que podem desestabilizar um ciclo padrão na volatilidade.

Palavras-chave: Criptomoedas. Bitcoin. Volatilidade. GARCH.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Transação pela Blockchain	26
Figura 2 - Gráfico histórico Bitcoin	41
Figura 3 - Gráfico histórico Criptomoedas	42
Figura 4 - Gráfico histórico VALE3	44
Figura 5 - Gráfico histórico Ações	44
Figura 6 - Resíduos Padronizados (Criptomoedas)	47
Figura 7 - Resíduos Padronizados (Ações).....	47
Figura 8 - Distribuição dos resíduos nas Criptomoedas	49
Figura 9 - Distribuição dos resíduos padronizados	50
Figura 10 - Índice de previsão das criptomoedas.....	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Principais criptomoedas	43
Tabela 2 - Parâmetro de teste "t" e "p" - Criptomoedas	45
Tabela 3 - Parâmetro de teste "t" e "p" - Ações.....	46
Tabela 4 - Critérios de Avaliação Estatísticas Criptomoedas	48
Tabela 5 - Critérios de Avaliação Estatísticas Ações	48
Tabela 6 - Horizonte real das criptomoedas.....	52
Tabela 7 - Índice de previsão das ações.....	52
Tabela 8 - Horizonte real das ações.....	53

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BTC	Bitcoin
CDB	Certificado de Depósito Bancário
RDB	Recibo de Depósito Bancário
R\$	Real
GARCH	Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity
ARCH	Autoregressive Conditional Heteroskedasticity
BTC	Bitcoin
MSC	Master of Science
ETH	Ethereum
XRP	Ripple
VALE3	Vale SA
ITUB4	Itaú Unibanco Banco Holding AS
PETR4	PETROBRAS Petróleo Brasileiro SA PN
ABEV3	Ambev SA
BBDC4	Banco Bradesco AS
RDB	Recibos de Depósito Bancário
P2P	Peer-to-Peer
MVE	Modelo de Volatilidade Estocástica
EWMA	Exploring the Exponentially Weighted Moving Average
VaR	Value at Risk

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 SITUAÇÃO PROBLEMA	14
1.2 OBJETIVOS	14
1.2.1 Objetivo Geral	14
1.2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO	14
1.3 JUSTIFICATIVA	15
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1 ADMINISTRAÇÃO FINANCEIRA	16
2.2 MOEDA	20
2.3 PERFIL DE INVESTIDOR	21
2.4 A TECNOLOGIA BLOCKCHAIN	24
2.5 CRIPTOMOEDAS	27
3.1 ABORDAGEM DA PESQUISA	32
3.2 TIPO DE PESQUISA	33
3.3 MEIOS DE INVESTIGAÇÃO	33
3.4 CLASSIFICAÇÃO DE DADOS	34
3.5 TÉCNICA DE COLETA DE DADOS	34
3.6 PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS	34
3.7 MODELOS DE VOLATILIDADE	35
4 DEMONSTRAÇÃO E COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS	41
4.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS	41
4.1.1 Parâmetro de teste	45
4.1.2 Especificação do Modelo GARCH	46
5 CONCLUSÃO	54
REFERÊNCIAS	56

1 INTRODUÇÃO

Conforme explica Ulrich (2014), com o avanço da tecnologia e a globalização o mundo vem se tornando cada vez mais digitalizado, e a internet nessa nova era acaba se tornando algo indispensável para funcionamento de diversas atividades pessoais e profissionais.

Com a internet e a tecnologia o acesso à informação ficou prático e rápido, possibilitando que usuários acabem procurando novos meios aumentar sua fonte de receita e conhecimento. Segundo Okamoto e Ohta (1992) o dinheiro eletrônico foi feito para ser usado na internet para trocas de produtos ou serviços entre as partes, e que o sistema ideal teria que atender os seguintes critérios: Independência, Segurança, Privacidade, Pagamento Off-line, Transferabilidade, e, Divisibilidade.

Uma das primeiras moedas digitais foi a “Digicash” em 1989, que depois foi vendida e usada apenas para assentos bancários. Strücker (2016) explica que depois da Digicash tentaram criar a moeda da Internet perfeita, como a Hashcash, E-gold e Bitgold. No entanto, essas ideias nunca foram bem sucedidas, até que um desenvolvedor anônimo chamado Satoshi Nakamoto revelasse sua obra prima em 2008, o “Bitcoin”. A principal criptomoeda comercializada atualmente é o Bitcoin com cerca de com um fornecimento circulante atual de 16.907.800 BTC (ULRICH, 2014).

Segundo Dhaliwal (2017), as criptomoedas ainda estão em fase de amadurecimento, mas cada vez mais demonstram que vieram mudar o conceito de praticidade e velocidade de pagamentos e transações. Para Revoredo (2017) as criptomoedas têm como principal diferencial não possuir quase nenhuma burocracia, possibilitando assim realização de transações internacionais de forma muito mais acelerada, e conseqüentemente adquirindo cada vez mais adeptos no mundo por sua praticidade e anonimato. Os bancos por sua vez tendem a ficarem em alerta o que por pressão acabou gerando regulamentação em alguns países.

O uso das criptomoedas ultrapassou a barreira de ser apenas uma moeda para fins de pagamento, e foi para um campo muito abrangente sendo considerado como um ativo financeiro.

O conceito de volatilidade desempenha papel fundamental na precificação de ativos financeiros. Administrar os efeitos de mudanças na volatilidade sobre os

ativos de sua carteira é fundamental para os que operam com opções. Nesse contexto, os esforços que buscam identificar modelos que auxiliem na previsão de volatilidade têm-se multiplicado, ultimamente.

Segundo Ulrich (2014) o Bitcoin e outras criptomoedas deixam de ter apenas seu uso como uma moeda convencional, mas também atual no mercado como um ativo financeiro, onde investidores colocam seu capital em busca de obter um lucro futuro.

Um investidor amante ao risco geralmente irá procurar por investimentos que lhe proporcione um ganho superior ao rendimento de um investimento de renda pré-fixada. Um dos mercados normalmente procurado para esse perfil de investidor é o mercado de ações, onde há uma volatilidade constante dependendo a ação a ser analisada.

Segundo Glaser (2014) recentemente o Bitcoin que é a principal criptomoeda, vem sendo usado principalmente como um ativo financeiro para fins de investimento e de especulação de preço. Isso por se tratar de uma criptomoeda com grande volatilidade em um curto período de tempo.

Por ter essa grande volatilidade, investidores amantes ao risco tendem a se arriscar de maneira consciente no mercado de criptomoedas afim de obtenção de riqueza.

O estudo de volatilidade em criptomoedas vem de encontro para minimizar o máximo possível os riscos para o investidor perante tal volatilidade. Para isso é de grande importância apurar a acurácia dos modelos de previsão de volatilidade, desta forma o investidor em criptomoedas ou em fundos variáveis entra no mercado com uma certa segurança sobre o mercado futuro onde ele deseja se aventurar.

1.1 SITUAÇÃO PROBLEMA

O problema de pesquisa se trata do meio de armazenamento de capital próprio rentável. Segundo Goeking (2017), cerca de 85% dos brasileiros costumam armazenar seu capital financeiro em poupança, cuja rentabilidade tende a ser menor que a inflação do país. Seguindo o modelo de previsão de volatilidade GARCH já utilizado em diversos estudos relacionado às ações financeiras, surge o questionamento: a volatilidade presente nas criptomoedas são previsíveis com a utilização de modelos GARCH?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Verificar a acurácia dos modelos de volatilidade, relacionados à família GARCH, aplicado as criptomoedas e aos investimentos de renda variável no mercado brasileiro.

1.2.2 Objetivo Específico

Dentro deste trabalho será apresentado os seguintes objetivos específicos:

- Apresentar a origem das criptomoedas.
- Identificar seus principais pontos fortes e fragilidades
- Verificar a expansão da moeda bitcoin.
- Comparar o investimento entre as principais criptomoedas, poupança e CDB.
- Apresentar evidências empíricas que mostram o modelo GARCH como modelo de previsão de volatilidade em diferentes estudos
- Verificar a origem do modelo GARCH e suas principais derivações
- Realizar previsões e comparações de preços entre as principais criptomoedas e as principais ações brasileiras por meio do modelo GARCH.

1.3 JUSTIFICATIVA

Este trabalho busca apresentar um estudo com um tema atual e pouco apresentado, colocando em prática os conhecimentos adquiridos no curso de Administração. Entre algumas das razões que deram origem ao tema do trabalho uma delas foi à curiosidade de expandir o conhecimento na área de criptomoedas. Outra razão importante foi fazer com que o trabalho teórico possuísse resultado positivo em investimentos feitos pelo acadêmico no mercado de moedas digitais. Como o tema proposto é pouco discutido atualmente, a pesquisa e difusão da informação encontrada acaba sendo satisfatória.

A previsão de volatilidade utilizando o modelo GARCH em criptomoedas é um tema recente e pouco abordado. Com isso criasse uma nova oportunidade de que o trabalho sirva de comparativo para próximos estudos na área de criptomoedas e no modelos de volatilidade.

Com este estudo, próximas pesquisas referente ao tema de criptomoedas voltado ao perfil do investidor e forma de previsão de valores futuros, terão como base referencial a correlação do uso do modelo de volatilidade como uma opção de uso para avaliação de risco e escolha do ativo financeiro onde será aplicado seu capital.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 ADMINISTRAÇÃO FINANCEIRA

Segundo Cherobim, Lemes e Rigo (2005) o objetivo da administração financeira é maximização da riqueza dos investidores. Por isso o administrador financeiro se torna o principal responsável pela criação de valor e pela máxima maximização de riscos e para isso, se envolve nos negócios como um todo.

Cherobim, Lemes e Rigo (2005) ainda enfatizam que para maximizar o lucro dos investidores, o administrador financeiro toma algumas decisões fundamentais, sendo as três principais decisões: a decisão do investimento, a decisão de financiamento e a decisão de resultados.

Dentro da administração financeira o gestor financeiro pode receber várias responsabilidades, tais como: vice-presidente de finanças, diretor financeiro, executivo financeiro, superintendente financeiro, supervisor financeiro. O campo de atuação das finanças é muito amplo, incluindo o processo financeiro, o mercado financeiro, o mercado de capitais, os instrumentos financeiros, as finanças pessoais, governamentais e corporativas. (CHEROBIM; LEMES; RIGO, 2005).

Para Cherobim, Lemes e Rigo (2005) o administrador financeiro deve responder algumas questões como: que tipo de decisão ele deve tomar, ou, o que alguém em seu nível hierárquico deve fazer? Ross et al. (2013) acredita que um gestor de finanças deve buscar uma boa tomada de decisões no âmbito financeiro. No caso de compras de ações essa boa tomada de decisão seria clara, logo essa boa tomada de decisões do administrador ocasionaria um aumento do preço das ações e conseqüentemente o lucro.

Para Ross et al. (2013) um dos objetivos da administração financeira que se é possível alcançar e tanto se almeja é a maximização de lucros. Mas o objetivo não seria tão preciso quando comparado ao tempo, já que o mesmo poderia ser em dias, meses ou até anos para acontecer. O objetivo de maximizar os lucros pode ser comparado tanto a algum tipo de lucro médio ou de lucro a longo prazo, mas isso tudo ainda não está tão claro, já que tudo depende muito do capital investido e o prazo estipulado do investidor.

Ross et al. (2013) cita que se é preciso aprender a identificar investimentos e combinações financeiras que ocasionem uma crescente valorização da ação e um impacto favorável para o investidor. Cherobim, Lemes e Rigo (2005)

compartilham da mesma ideia e fala que nas decisões de investimento, por exemplo, criam, recebem e desenvolvem alternativas de negócios de longo prazo, com retornos favoráveis aos investidores, buscando sempre a maximização da riqueza do investidor.

2.2 TIPOS DE INVESTIMENTOS FINANCEIROS

Para Marques (2014) o investimento significa a acumulação de possibilidades de produção de capital, o que diretamente seria através de investimentos em aplicações financeiras, por exemplo, mas que, de uma forma ou outra, contribuem para a otimização da atividade económica, o crescimento do capital, do fundo e dos rendimentos financeiros em geral.

Na visão de Marques (2014) a aplicação de capitais ou de ativos monetários próprios ou alheios, incide na aplicação em sentido monetário, sendo assim, nesta perspectiva, para se realizar um investimento é necessário que exista uma expectativa da parte do investidor de recuperação do capital investido e de uma remuneração adicional, o lucro. O lucro constitui o aspeto que mais interessa diretamente ao investidor privado, pois, ao assumir o risco do investimento é para ele fundamental recuperar com acréscimo os valores colocados no processo de investimento, para poder continuar a fazer novos investimentos e pagar os capitais de terceiros utilizados. Além disso, o investidor recolhe para si uma recompensa dos seus esforços, iniciativa e riscos do empreendimento, traduzida numa expectativa de lucro líquido.

Na visão de Bodie, Kane e Marcus (2014) o conceito de investimento é a aplicação de dinheiro ou outros recursos no presente com expectativa de no futuro ter um retorno benéfico. Para os autores uma pessoa pode adquirir um montante de ações prevendo que no futuro a mesma terá um resultado monetário benéfico, justificando o tempo que o dinheiro ficou retido em ações e o risco do investimento. Sendo assim, se o resultado final do investimento for benéfico o tempo de espera terá valido a pena.

Para Bodie, Kane e Marcus (2014) em um investimento o investidor sacrifica algo no presente com a expectativa de colher benefícios no futuro. No caso de investimentos em ações, o investidor sacrifica seu tempo, dinheiro, patrimônio,

com a expectativa que as ações valorizem e no ato da venda ele possa ser beneficiado com o lucro provento desses sacrifícios.

Segundo Bodie, Kane e Marcus (2014) os ativos financeiros são ações, títulos e obrigações. Esses títulos não são nada a mais que folhas de papel, ou na maioria das vezes e ultimamente mais comum, dados de computador que não contribuem diretamente para a economia. Esses ativos financeiros são meios que os investidores de economia desenvolvida utilizam para reivindicar seus direitos sobre ativos reais.

Bodie, Kane e Marcus (2014) ressaltam que se o investidor não puder ser proprietário de uma indústria, o mesmo pode adquirir ativos financeiros, que seriam ações por exemplo, e dessa forma, compartilharia da renda da produção e lucro da indústria proporcionalmente com o número de ações adquiridas.

Segundo Securato, Chára e Senger (1998) para o mercado brasileiro, grande parte do retorno dos fundos de renda fixa vem dos títulos públicos federais, como Notas do Tesouro Nacional e Bônus do Banco Central, que compõem as carteiras, fazendo com que estes tipos de fundos de diferentes gestores, possuam rentabilidade muito próxima. Os autores também trazem alguns tipos de investimento no cenário brasileiro, tais como:

- Títulos de emissão do Tesouro Nacional e Banco Central;
- Títulos de emissão dos Estados e Municípios;
- CDB - Certificado de Depósito Bancário e RDB - Recibos de Depósito Bancário;
- Debêntures, letras hipotecárias, letras de câmbio e export notes;
- Ouro, ações por conversão de debêntures
- Operações nos mercados futuros, a termo e swap.

Os investimentos de renda pré-fixa têm como característica predominante o rendimento de valor x fixo, isso porque a rentabilidade é antecipadamente determinada no ato da aplicação do capital investido, ou em outros casos no momento de resgate do investidor. Em sua grande maioria os rendimentos provenientes dessas aplicações são menores ao serem comparados aos rendimentos provenientes de aplicações variáveis, porém de contrapartida os riscos

tendem a ser menores, o que possibilita uma segurança do capital investido. Esse tipo de aplicação normalmente é procurado por investidores com perfil de avessos ao risco, que costumam ser mais conservadores e não querem estar propícios a perda do dinheiro investido (CERBASI, 2008).

Andrezo e Lima (1999) caracterizam o mercado de renda fixa como um conhecimento de uma rentabilidade futura, onde se encontra taxa pré fixada ou pós fixada, enquanto ao contrário do mercado de renda variável, o ganho real se dará exclusivamente no ato de venda, ou seja, quando a venda for reconhecida. Os autores esclarecem que no mercado de renda fixa o ganho eventualmente pode não se concretizar, e em alguns casos pode até mesmo se transformar em prejuízo, isso devido a oscilação do mercado durante o período de investimento, como pode acontecer em um caso em que as taxas de juros do mercado sofram uma elevação.

O investidor ao decidir aplicar seus recursos em um título de renda fixa, seja proveniente do governo ou empresa privada, o mesmo estará emprestando seu dinheiro para o emissor do título, para que após um período de tempo previamente estipulado com taxas de juros firmadas em comum acordo, ele possa receber o montante aplicado inicialmente acrescido dos juros que foram destinados ao investidor como forma de uma remuneração por ter emprestado seu capital. Para que seja vantajoso para o investidor e para o emissor do título, algumas taxas, prazos e formas de remuneração são estipuladas junto ao emissor do título no ato da aplicação do capital por parte do investidor (MARTINI, 2013).

Continuando com Martini (2013), o autor aborda que no caso da renda fixa, assim como na variável, sempre há possibilidade de que o investimento apresente perda em parte ou total. Um exemplo claro é quando o emissor do título vai contra o acordado e acaba por não cumprir pela obrigação acordada, neste caso o investidor deixa de ganhar uma parte ou até mesmo toda a quantia acordada. Outro fator que pode acabar acontecendo é quando ao final da aplicação a rentabilidade acabe se mostrando menor que a ofertada em outras formas de investimento que tenham uma forma de risco similar e também disponível pelo mesmo período de tempo.

Diferente da renda fixa a renda variável se comporta de maneira diferente, possibilitando uma lucratividade ou perda maior e de maneira mais incerta.

Na renda variável diferentemente dos investimentos de renda fixa, a renda variável não possui uma fórmula de rentabilidade estabelecida previamente. Isso

quer dizer, que o valor investido poderá e provavelmente irá variar conforme oscilação do mercado (MARTINI, 2013).

Segundo o mesmo autor os lucros provenientes da renda variável oferecem um risco maior do que os investimentos feitos em renda fixa, tendo em vista que os fatores externos são imprevisíveis e qualquer fator pode interferir na procura por esses ativos de grande oscilação. Porém ao analisar à longo prazo, geralmente esse tipo de investimento variável tende a ser mais rentável do que os investimentos fixos. Normalmente esta forma de investimento é utilizada por investidores amantes ao risco que procuram uma rentabilidade maior, mesmo estando sujeito a maiores riscos.

Por apresentar uma grande volatilidade, o mercado de criptomoedas pode se encaixar como uma fonte de renda variável, tendo em vista que os investidores estão expostos há uma grande rentabilidade ou até mesmo perda total de seus investimentos (SCOTT, 2018).

Assim como os fundos citados pelos autores acima, atualmente também existem casas de câmbio para comercialização de criptomoedas espalhadas por todo o mundo, com o objetivo do investidor realizar operações de câmbio exclusivamente com criptomoedas.

2.2 MOEDA

Segundo Passos e Nogami (2006), a moeda seria tudo aquilo que pode ser, simultaneamente usado como um meio de troca, medida de valor, reserva de valor e padrão de pagamento. Quando uma moeda não possui alguns destes atributos, passa a perder valor e começa a ser substituída por outra.

Para Lopes e Rossetti (1998), a moeda tem como função principal servir como intermediário de trocas. A sua criação permitiu que a economia passasse do escambo, quando o produtor trocava os seus produtos por outros produtos que pudesse consumir, para a economia monetária. Com o surgimento da moeda, a economia fica mais eficiente, podendo aumentar a quantidade de bens e serviços ofertados para o consumidor.

Segundo Lopes e Rossetti (1998) a moeda deve apresentar certa facilidade, para que sua transferência seja processada de maneira simples e o mais rápido possível, isso para que a transação não tenha encontre dificuldade em se

concretizar. Dessa forma, a moeda não deve conter dificuldades burocráticas em razão de seu antigo portador, ou seja, diferentemente do mercado de ações, em que existem ações nominativas, a moeda deve ser exclusiva do portador e sem nenhuma identificação do antigo ou atual dono.

Tão importante quanto o conceito de moeda é entender por que ela é usada. Robertson (1969) explica que sua grande vantagem é permitir ao consumidor que consiga adquirir aquilo que lhe é conveniente. Sem a forma da moeda, as pessoas seriam pagas em outras mercadorias de que talvez não precisassem. A existência da economia monetária ajuda a sociedade a consumir aquilo que lhe convém, ao invés de ter um excesso de um bem enquanto não consegue adquirir outros.

A inclusão numa carteira de vários títulos diferenciados por parte do investidor permite a redução do risco da carteira relativamente ao risco médio dos ativos que a compõem. Este resultado deve-se à diversificação dos riscos. O risco de uma carteira não depende apenas dos riscos dos ativos que a compõem tomados isoladamente; depende também do modo como as suas respectivas rentabilidades são afetadas pelos acontecimentos que fazem com que as mesmas sofram volatilidade. O risco da carteira depende assim da covariância entre as taxas de rentabilidade dos ativos que compõem a carteira (MENDES; ABREU, 2006).

2.3 PERFIL DE INVESTIDOR

O valor das ações no mercado difere de diversos conjuntos de informações, porém a análise tem como base os mesmos conjuntos de informações, as principais preferências de aplicação por parte dos investidores e as condições que o mercado apresenta (ALCÂNTARA, 1981).

Para o mesmo autor, partindo do pressuposto que o risco e retorno do investimento são estimativas subjetivas, tratando com o futuro, há um espaço enorme para discordância pelos analistas, já que as pessoas divergem nas previsões futuras de mercado, seja se tratando no sentido da economia ou do retorno do capital investido em ações. Além disso, os próprios analistas tendem a modificar suas previsões conforme o tempo for passando e as informações forem sendo atualizadas a respeito da ação investida (ALCÂNTARA, 1981).

Com isso pode-se perceber que são diversas as informações

apresentadas e que se tratando de uma ação volátil as incertezas se tornam um fator que compromete na decisão do investidor.

Embora possa parecer um processo simples identificar a melhor opção de investimento, este é um trabalho complicado e que difere de pessoa para pessoa, trazendo por vezes alguns resultados não desejados para o investidor. Para análise do perfil, são considerados dois principais aspectos que veem contribuir para uma obtenção otimizada dos resultados na seleção das diferentes alternativas de investimento, que são: conjunto de informações utilizadas na análise e o comportamento do investidor (CARETTA; da COSTA, 2001).

Dessa forma é perceptível que a escolha do investidor em determinado investimento é uma decisão que envolve alguns atributos. Esta decisão pode na verdade estar conectada a um imenso conjunto de informações como: risco e retorno em um período recente, o risco do retorno do capital investido por um tempo maior, o custo envolvido na operação, o investimento mínimo que será necessário, as movimentações mínimas e etc. (CARETTA; da COSTA, 2001).

Existem alguns conceitos que são utilizados para determinar o perfil do investidor.

O conceito de avesso ao risco significa que os investidores são na verdade avessos à perda de seu capital investido. Este perfil de investidor prefere não sofrer a dor de ver seu patrimônio sofrer retração e preferem a ideia de um ganho equivalente, sendo assim, na visão deste tipo de investidor é preferível não perder R\$10.000,00 a ganhar R10.000,00, ou seja, o investidor se mantém retido a possibilidade de atingir grandes valores por conta do risco envolvido em perda de seu capital (ARAUJO; SILVA, 2007).

O investidor se torna avesso ao risco e acaba utilizando conceitos de média e variância em sua escolha de investimento. Cada indivíduo possui seu próprio comportamento e tente a seguir alguns conceitos básicos quando é confrontado as variáveis de risco e do retorno de seu investimento. O investidor pode ser caracterizado levando em consideração sua aversão ao maior ou menor grau de risco, desta forma trazendo à tona se o investidor prefere o risco a qualquer alternativa que lhe traga uma certeza (ALCÂNTARA, 1981).

Baseado no conceito do perfil de investidor avesso ao risco pode-se verificar que o medo do investidor perder algo investido faz com que o mesmo acabe tomando uma decisão de forma irracional, desta forma criando realidades

improváveis e o deixando cego perante aos dados históricos e principalmente as probabilidades estatísticas. Um dos exemplos que simplificaria é o fato destes investidores preferirem ações que estão em alta a ações que apresentaram baixas recentemente, já quem em sua concepção existe uma expectativa de que essas ações que estão em alta continuem em alta, e as ações que tiveram baixa vão continuar caindo. Outro exemplo seria o fato do investidor ao perceber que suas ações estão em queda, o mesmo não as vende com uma esperança de que um dia elas vão voltar a subir e trazer seu lucro, assim correndo riscos ainda maiores. Isso para que o investidor não sinta a sensação de que perdeu seu capital investido (ARAUJO; SILVA, 2007).

Alcântara (1981) diz que o investidor avesso ao risco preferirá o tipo de investimento que apresentar o menor grau de risco e que apresentar segurança em seu capital investido. Ainda sim, levasse em conta as características individuais de cada um dos investidores avessos ao risco e entre eles irá haver um maior ou menor grau de aversão ao risco (ALCÂNTARA, 1981).

Já um investidor neutro tem o intuito de obter lucro aceitando um risco de maneira moderada. Desta maneira o investidor proporciona que sua aplicação fique por determinado período sem que haja uma remuneração ou tenha uma pequena perda. Dessa forma o investidor costuma procurar por fundos que apresentem rendimentos superiores à média do mercado, porém que apresentem certa segurança de seu capital. Normalmente a preferência desse tipo de investidor são fundos multimercados de renda variável (HAUBERT, 2014).

Prado et al. (2003) completa explicando que o investidor neutro está disposto a obter uma rentabilidade maior que o mercado, contudo que a aversão ao risco seja moderada, o investidor costuma ser mais propenso a aplicar uma parte significativa de seu capital em investimentos que possuem volatilidade, porém outra parte deve ser destinada para aplicações mais seguras que proporcionem segurança ao investidor.

O investidor amante do risco ou “investidor agressivo” procura estar sempre disposto a correr riscos para conseguir máxima rentabilidade, ele aplica seu dinheiro em aplicações voláteis e poucas vezes distribui alguma parcela de seus investimentos para aplicações em fundos mais conservadores que preservem seu capital investido (PAZO et al., 2003).

Compartilhando da mesma ideia, Haubert (2014) expõe que o investidor

amante do risco possui uma visão de especulação e não costuma apostar seus investimentos em fundos fixos que proporcionem uma baixa lucratividade, normalmente ele investe em ações com alta volatilidade, fundos de ações e derivativos que proporcionem uma variação maior de lucratividade. Normalmente este tipo de investidor possui um capital de investimento maior que os demais, e costuma ter seus investimentos diversificados entre diferentes ações e fundos, e assume o risco de perder tudo que foi aplicado, assumindo o prejuízo e partindo em busca de novos investimentos que venham suprir seus prejuízos.

O Bitcoin como a principal criptomoeda vem sendo usado principalmente como um ativo financeiro para fins de investimento e de especulação de preço. A mesma moeda também tem uma comunidade empresarial estabelecida com a criação de empresas *startup*, com o intuito de enfrentar muitas das necessidades e momentos de incertezas e, conseqüentemente, isso vem causando elevado nível de investimento na economia global de Bitcoins (GLASER; et al. 2014).

Apesar de tudo isso, são exatamente essas diferenças no mercado que acabam tornando o mercado de ações algo atrativo e instigante, envolvente e fascinante, seja ele para práticos, teóricos ou acadêmicos. E exatamente dentro desse oceano de imprevisibilidade que há margem para que os investidores possam atuar de forma diferenciada e brilhante para usufruírem dos lucros provenientes do mercado (ALCÂNTARA, 1981).

2.4 A TECNOLOGIA *BLOCKCHAIN*

Segundo Scott (2018) um cientista da computação e em ciência da computação em geral, quando se falava em construir sistemas distribuídos, tendia a haver uma visão puramente teórica sobre como os computadores falavam uns com os outros, e como se fazia para mantê-los coordenados. Nakamoto (2008) e a blockchain realmente resolveram esse problema de uma maneira simples e inesperada.

O autor desconhecido Satoshi Nakamoto (2008) criador da tecnologia blockchain trouxe um artigo em 2009 trazendo o conceito por trás dessa cadeia de blocos e esclarecendo sobre a criptomoeda Bitcoin.

Nakamoto (2008) cita que é necessário um sistema de pagamento

eletrônico baseado em uma prova criptográfica em vez da confiança depositada nos bancos, por exemplo, assim permitindo que duas partes interessadas negociem diretamente entre si sem a necessidade de um terceiro para intermediar. Essas transações por meio da blockchain que são computacionalmente impossíveis de serem revertidas protegeriam os vendedores de fraudes e mecanismos de depósito de rotina poderiam ser facilmente implementados para proteger os compradores.

Sendo assim a *blockchain* surge sendo um *software* que trás características ainda não alcançadas, presente em vários computadores espalhados pelo mundo e conectados mutualmente, possibilitando que as transações sejam mais seguras e mantendo o anonimato em ambas as partes, onde a confiança na transação é dada na criptografia e na análise que é feita na cadeia de blocos buscando a veracidade das informações. Isso impede que ocorra um gasto duplo da criptomoeda bitcoin e garante um alto índice de anonimato (SICHEL; CALIXTO, 2018).

Scott (2018) explica que a criação de Satoshi foi o que ficou conhecido como blockchain: um livro-razão de todas as transações de propriedade e monitoradas por todos, mas que no final das contas não eram controladas por ninguém. Ele explica que é como uma planilha interativa gigante que todos têm acesso e atualizações para confirmar e que cada crédito digital é único.

Para Broughton (2016) a tecnologia Blockchain, permite que informações sejam distribuídas em um registro digital que detalha todas as transações existentes, mas que não podem ser copiadas.

Os blockchains são basicamente uma maneira muito melhor de gerenciar informações. Eles são livros distribuídos, executados em vários computadores em todo o mundo, para registrar transações de maneira rápida, ilimitada, segura e transparente. Não há um banco de dados central supervisionado por uma única instituição responsável por auditar e registrar o que acontece. Se você e outro alguém se envolverem em uma transação, ela seria executada, resolvida e registrada no blockchain e evidente para todos verem, mas criptografada para ser à prova de vilão (BROUGHTON, 2016).

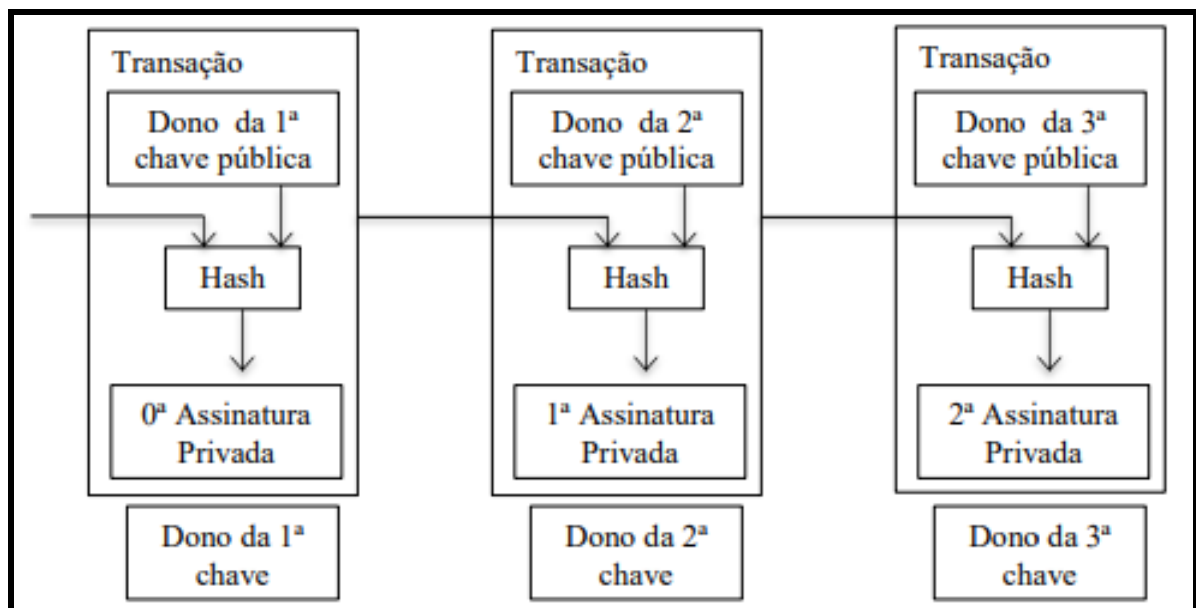
Na visão de Bennett (2017) assim como no início dos anos 90, ninguém imaginava a internet de hoje e os negócios fabulosos e inovadores que viriam junto, como Google, Facebook, Amazon, Netflix, YouTube, Instagram, Uber, Airbnb e

outros. O Blockchain ainda está em fase de amadurecimento e está atualmente como estava a Internet no início dos anos 90.

Bennett (2017) enfatiza que a tecnologia de Blockchains não é apenas um novo paradigma tecnológico, que leva alguns anos para ser aceito e usado. Blockchain é uma mudança fundamental na forma de como se pensa em sociedade, na confiança entre transações e redes. Isso acaba tornando muito mais amplo do que discussões sobre tecnologias.

Segundo Nakamoto (2008) as moedas eletrônicas dentro da blockchain são como uma cadeia de assinaturas digitais. Cada proprietário transfere sua moeda para o próximo dono em seguida, assinando digitalmente sua transação anterior no banco de dados, e a chave pública do próximo proprietário é adicionada ao final da moeda. Um beneficiário pode verificar as assinaturas para verificar a cadeia de propriedade.

Figura 1 - Transação pela Blockchain



Fonte: Adaptado de Nakamoto (2008).

Segundo Broughton (2016) atualmente a moeda mais conhecida que usa a tecnologia blockchain é o bitcoin. E se alguém quisesse pagar outra pessoa usando bitcoin, começaria com uma carteira de bitcoin no seu computador ou telefone e compraria bitcoins usando dólares por exemplo. Então essa pessoa

enviaria uma mensagem identificando o bitcoin que gostaria de enviar para o outro e assinaria a transação usando uma chave privada.

Conforme explica Belluzzo (2017) a circulação das moedas e o sistema financeiro mundial possuía um modelo centralizado até o momento, em que um órgão central detinha o poder de comando, sendo responsável pela regulamentação das transações. Como uma tecnologia moderna, as criptomoedas através da blockchain vieram como um método descentralizado. Através da blockchain são gerados novos modelos de negócios que utilizam o mesmo protocolo, caracterizados pela desburocratização, pela governança autônoma e pela transparência existente entre os diversos usuários espalhados pelo mundo.

2.5 CRIPTOMOEDAS

A expansão do conceito criptomoedas teve como ponto de partida primordial a publicação de um artigo em 31 de outubro de 2008 por Satoshi Nakamoto com o título “Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System”, onde o autor desconhecido apresenta soluções revolucionárias para utilização das criptomoedas e também apresenta a ideia de uma cadeia de blocos denominada de Blockchain (ULRICH, 2014).

Uma criptomoedas consiste em um token digital que está conectado à um sistema de criptomoedas que em grande maioria se utiliza da rede P2P. Neste processo não há nenhuma forma de uma central para controlar o sistema, toda essa rede fica conectada em forma de uma rede pública (GANDAL et al., 2018).

Para que as criptomoedas sejam disponibilizadas há população, no caso do bitcoin ele tem que ser gerado através de um processo onde computadores trabalham para decodificar uma equação matemática. Esse processo é chamado de mineração e exige que o minerador mantenha seu computador ligado por determinado período de tempo, até que seja solucionada a equação. Esse processo de mineração possibilita que as transações sejam concretizadas. Qualquer pessoa do mundo pode entrar na rede de se tornar um minerador, basta ter um computador e utilizar seu processador para que as informações sejam computadas e decodificadas para verificar e registrar as transações. Em média a cada dez minutos

alguém pode validar alguma transação no mundo, tento então sua recompensa por este serviço pago por uma porcentagem de Bitcoins em sua conta. (SICHEL; CALIXTO, 2018)

Este fator faz com que a mineração se torne descentralizada e a função de gerar moeda antes dada aos bancos, agora se torne sem necessidade de uma empresa ou órgão público para fazê-la.

Dentro desta cadeia existem diversas criptomoedas, porém segundo Gendal et al. (2018) explica que a bitcoin foi a primeira criptomoeda que obteve sucesso, e com o passar do tempo outras criptomoedas vieram se popularizando. Os autores também destacam que a bitcoin em tempos atuais é a criptomoeda à qual são efetuados maior número de pesquisas e estudos por parte de economistas e acadêmicos.

Segundo Fleck e Scherer (2018) no mundo das criptomoedas existem desenvolvedores tentando criar o próximo bitcoin. Com o passar dos anos, milhares de moedas foram desenvolvidas com essa ideia, porém a maioria desapareceu. Algumas dessas moedas cresceram e agora detêm alguma importância no mercado de criptomoedas.

De acordo com o site coinmarketcap.com (2018), existem atualmente 10980 criptomoedas, que podem ter sua cotação e volume de circulação acompanhado em tempo real no site.

2.6 EVIDÊNCIA EMPÍRICA

Nesta seção serão apresentados aspectos de comparação das abordagens as estimativas pontuais da volatilidade no modelo *Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity* (GARCH). Podem-se observar alguns estudos de autores diferentes e em diferentes áreas, buscando comparar as volatilidades obtidas nas abordagens. Nos parágrafos seguintes será realizada uma discussão basicamente de apresentação final de dados já publicados.

Henrencia, Hotta e Pereira (1998) teve como objetivo comparar a volatilidade estimada pelos modelos GARCH e de Volatilidade Estocástica, utilizando-se tanto séries reais quanto simuladas. Foi constatado pelo autor em sua

simulação em que o desempenho dos modelos *Autoregressive Conditional Heteroskedasticity* (ARCH) e GARCH foi encontrado uma proporção de grandes retornos diferentes entre as volatilidades estimadas. Com relação à previsão utilizando o critério dos retornos observados o autor encontrou um desempenho similar, porém o autor também relata que a persistência estimada pelo modelo GARCH é bem maior do que a apresentada pelo modelo ARCH. Por fim a pesquisa relata que existe uma leve superioridade do modelo GARCH dada a maior frequência de superestimação no ajuste de modelos ARCH.

Outros estudos foram realizados usando a formulação de GARCH para análise de mercado. Os resultados apresentados pelo estudo realizado pelos autores Galvão, Portugal e Ribeiro (2000) sugeriram que a transmissão de volatilidade e de novas informações entre o mercado futuro tem na verdade uma origem do mercado à vista. O estudo mostrou que a direção de causalidade é dada somente do mercado à vista para o futuro, o que à primeira vista se mostrou promissor. Com isso o autor destaca que o mercado futuro possui funções econômicas importantes que podem ser previstas utilizando o modelo de previsibilidade de preços e repartição dos riscos. Entretanto essas funções ficam dependentes da liquidez e do tamanho do mercado. Com a pesquisa o estudo relata que as oscilações tiveram maior resultado por conta de problemas econômicos do que propriamente características do mercado (GALVÃO; PORTUGAL; RIBEIRO, 2000).

Outro estudo realizado por Silva, Safádi e Castro (2005) efetuou uma análise empírica da volatilidade dos retornos de duas commodities agrícolas brasileiras, o café e a soja, ambas foram utilizados modelos de previsão de volatilidade da classe ARCH. Os resultados obtidos neste estudo comprovaram um comportamento semelhante de volatilidade entre as duas commodities. Ambas as commodities apresentaram sinais evidentes de uma assimetria na volatilidade, indicando que as variações nos valores tanto positivos quanto negativos tem um impacto de maneira diferenciada na volatilidade dos retornos, estes mesmos fatos foram comprovados utilizando os modelos de previsão (GARCH, EGARCH e TARARCH). Utilizando estes modelos de previsão foi possível verificar que os choques nas duas commodities tendem a repercutir durante longo período.

Um estudo realizado na Petrobrás também teve como objetivo estimar a volatilidade por meio de três modelos de estimativa da volatilidade: modelo de

suavização exponencial (EWMA), modelo volatilidade condicional (GARCH) e o modelo de volatilidade estocástica (MVE). Foi utilizado a volatilidade estima pelo modelo de base de cálculo *Value at Risk* (VaR) que é uma métrica comum e muito utilizada para modelos de previsões em instituições financeiras e empresas com grande oscilação em suas carteiras. Para a avaliação do estudo foi utilizada uma amostra com os preços da ação preferencial da Petrobras para especificar o modelo condicional e de volatilidade estocástica. O modelo GARCH e o modelo MVE obtiveram bons resultados e se mostraram aptos para a modelagem da volatilidade. Posteriormente foi realizado o backtest de violação dos limites para VaR de 5% para frente, isso foi realizado com um intuito de ser realizado a comparação da eficiência entre os modelos GARCH e MVE (GALDI, PEREIRA; 2007).

Campos (2007) analisou a volatilidade dos preços dos produtos destinados ao ramo agropecuário no Brasil. O autor usou o modelo de ARCH e GARCH para observar a volatilidade do setor. O autor após verificar o somatório dos coeficientes de reação (ARCH) junto de GARCH, que busca definir se os riscos persistem na série de retornos, constatou que os valores eram próximos ou maiores do que um o que indica que os choques na volatilidade iriam permanecer por um longo período de tempo. O estudo analisou o coeficiente encontrado para a série de boi gordo, café, soja e milho, onde indicaram o grau de instabilidade de produção e os rendimentos. O autor constatou que as informações obtidas usando os modelos ARCH e GARCH são importantes para realização de previsões da variância condicional dos preços das commodities, partindo de um horizonte indefinido de tempo.

Araújo, et al. (2004) buscou desenvolver uma análise comparativa entre os modelos CAPM e GARCH. Após a análise ser concluída o estudo apresentou em termos estatísticos heterocedasticidade seja por parte dos modelos que indicaram uma significância da variância condicional. Entre os dois modelos analisados o modelo GARCH apresentou uma melhor alternativa para controlar a volatilidade condicional e permitir que essa variância fosse incorporada na análise de retorno das ações. A análise comparativa entre os modelos comprovou o que os autores já esperavam, que os modelos GARCH tiveram um melhor comportamento diante da heterocedasticidade condicional. Concluiu-se que os modelos GARCH descreveram melhor os dados, isso em virtude de o modelo levar em conta e extrair o efeito de variância condicional que pode ser comprovado.

Recentemente em 2015 um artigo desenvolvido por Dyhrberg sugeriu um estudo comparativo entre bitcoin, ouro, e dólar, afim de verificar os padrões e previsão de volatilidade usando o modelo GARCH.

Os resultados do estudo sugeriram que o retorno do bitcoin é mais afetado pela demanda por bitcoin como meio de troca e menos por choques para o preço que indicam semelhanças com uma moeda. Olhando para as variáveis explicativas, um número de pontos é de interesse. Na equação média do coeficiente na taxa de fundos federais sugeriu-se que quando a taxa de fundos federais aumentar e o dólar americano obter valorização, as importações aumentarão e é, portanto, provável que compras aumentará. Como o bitcoin é particularmente útil para o comércio on-line internacional, a demanda o bitcoin aumentará, o que, por sua vez, aumentará os retornos dos investimentos em bitcoins. Esse resultado destaca as vantagens do bitcoin como meio de troca e sua similaridade cambial. Os coeficientes nas taxas de câmbio sugerem que os retornos do bitcoin são mais sensíveis ao valor do dólar em relação à libra, do que ao valor do dólar em relação ao euro. A equação de variância mostra que um choque positivo de volatilidade na taxa de câmbio dólar-esterlina diminui a variância dos retornos do bitcoin, o que pode indicar que o bitcoin é relativamente seguro ativo em tal situação. Este resultado aponta para capacidades adicionais de gerenciamento de risco do bitcoin. Com base no coeficiente da taxa dos fundos federais, pode-se argumentar que o retorno do bitcoin terá uma menor volatilidade do que o dólar quando houver um choque positivo de volatilidade para o governo taxa de fundos. Portanto, o bitcoin pode ter alguns recursos de gerenciamento de risco em relação ao dólar (DYHRBERG, 2015).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia em um trabalho acadêmico possui um papel muito importante, com intuito da coleta de dados nela será descrito os procedimentos que posteriormente irão ser colocados em prática bem como as principais equações referente a modelagem GARCH.

Tartuce (2006) apresenta alguns conceitos para compreensão da natureza do método científico, como: fato, fenômeno e paradigmas. Segundo ele os métodos científicos são as formas mais seguras inventadas pelos homens para controlar o movimento das coisas que cerceiam um fato e montar formas de compreensão adequada dos fenômenos.

3.1 ABORDAGEM DA PESQUISA

Na pesquisa que foi desenvolvida é necessário se aplicar alguns tipos de métodos de abordagem. As abordagens apresentadas serão algumas quantitativas e outras qualitativas. Ambas possuem um papel importante dentro da natureza científica e cada uma possui suas particularidades. MOREIRA (2002), destaca que ainda há um conflito entre os positivistas que defendem a pesquisa quantitativa, e os interpretacionistas que defendem a pesquisa qualitativa.

Segundo Polit, Becker e Hungler (2004) a pesquisa quantitativa, tem como raízes o pensamento positivista lógico, que costuma utilizar o raciocínio dedutivo, as regras da lógica e atributos mensuráveis da experiência humana.

Segundo Fonseca (2002), a pesquisa quantitativa tem como diferencial o fator que o resultado da pesquisa aplicada pode ser quantificado. Geralmente as amostras apresentadas são de grande volume e os resultados são apresentados fazendo que seja um retrato verídico da população alvo.

Para Gil (1999) a natureza quantitativa faz com que as variáveis normalmente sejam classificadas como contínuas e discretas. Gil (2008) ainda esclarece que as primeiras são valores que podem ser fracionados, como a idade, estatura etc. Já as últimas, aparecem como forma de números inteiros, como o número de filhos de casal, quantidade de países que possuem armamento nuclear etc. O mesmo autor enfatiza que nas ciências, grande parte das variáveis é de

natureza qualitativa e estas podem ser organizadas em tabelas determináveis e não determináveis.

3.2 TIPO DE PESQUISA

Cada pesquisa social, naturalmente, tem um objetivo específico a ser estudado, porém, é possível agrupar as mais diversas pesquisas em certo número de grupamentos.

Para análise dos dados o estudo se utilizou de formulações do modelo de volatilidade GARCH, buscando associar seu meio de previsão em criptomoedas e ações financeiras.

Segundo Vianna (2001) a pesquisa descritiva é um tipo de averiguação, onde o principal foco é detalhar o problema em questão a ser melhorado, e conforme Gil (1999) tem como objetivo principal a descrição das características de determinada população ou fenômeno de relações entre variáveis. Gil (1999) explica que são incontáveis os estudos que podem ser classificados sob este título e uma de suas principais características é a utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados.

Parte da pesquisa se deu como exploratória, para revisão do conceito de criptomoeda, suas principais utilidades, e, como ela pode se comportar como um fundo de investimento.

Para Gil (1999) as pesquisas exploratórias são desenvolvidas com o objetivo de proporcionar uma visão geral, de forma mais próxima de determinado fato analisado. Para ele este tipo de pesquisa é realizado normalmente quando o tema escolhido é pouco explorado, com poucas informações sobre o assunto, o que acaba tornando difícil formular hipóteses precisas e operacionalizáveis sobre ele.

3.3 MEIOS DE INVESTIGAÇÃO

A pesquisa bibliográfica é desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos. Embora em quase todos os estudos seja exigido algum tipo de trabalho desta natureza, há pesquisas desenvolvidas exclusivamente a partir de fontes bibliográficas. Parte dos estudos exploratórios podem ser definidos como pesquisas bibliográficas, assim como certo

número de pesquisas desenvolvidas a partir da técnica de análise de conteúdo.

A principal vantagem da pesquisa bibliográfica reside no fato de permitir ao investigador a cobertura de uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente. Esta vantagem se torna particularmente importante quando o problema de pesquisa requer dados muito dispersos pelo espaço.

3.4 CLASSIFICAÇÃO DE DADOS

O método que foi utilizado para coleta dos dados necessários será exclusivamente secundários, por conta do principal objetivo final de apresentação de diferentes dados compilados, tabulados e analisados. Mesmo a pesquisa não utilizando dados primários, é importante esclarecer suas principais diferenças.

Mattar (1996) descreve a diferença entre dados primários e secundários, onde diz que os dados primários são aqueles que ainda não foram coletados, estando ainda em posse dos pesquisados, e que são coletados com o objetivo de sancionar as necessidades da pesquisa que ainda está sendo realizada. Já os dados secundários são dados que já foram coletados, organizados, e até analisados, estes dados por sua vez já estão à disposição de quem se interessar.

3.5 TÉCNICA DE COLETA DE DADOS

Como fonte de dados secundários, foi realizada uma pesquisa em sites, artigos sobre a origem das criptomoedas, pesquisas bibliográficas, sendo em índices e relatórios já escritos sobre os pontos fortes e fracos das criptomoedas, fontes históricas para verificação da expansão da criptomoeda bitcoin e por último, uma pesquisa documental e bibliográfica com fim de compilar os dados em planilha e realizar análises de retorno sobre possível investimento de capital.

Os principais documentos para compor o referencial teórico foram artigos relacionados à criptomoedas, sendo, teses, dissertações, livros, jornais e revistas, sendo por meio de pesquisa digital ou presencial. Posteriormente o objetivo será analisar os documentos, índices, artigos, fontes históricas e dados em planilha.

3.6 PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS

É importante verificar e selecionar o que realmente vai ser aproveitado no trabalho desenvolvido até então. Será realizada análise do projeto de pesquisa que analisará o marco teórico já parcialmente desenvolvido anteriormente, observando os dois tipos de análise de dados, sendo acima apresentados dados qualitativos e os quantitativos. Será realizado um levantamento dos relatórios obtidos para melhor desempenho nas atividades propostas de apresentação da origem das criptomoedas, identificação dos pontos fortes e fracos, e, expansão da criptomoeda bitcoin.

Segundo Gil (1999) a análise do procedimento de coleta de dados consiste na organização dos dados obtidos na pesquisa, que tem como objetivo fornecerem as respostas ao problema investigado. Segundo o autor a interpretação, tem por ventura fazer a análise das informações com outros conhecimentos previamente obtidos, que devem ser separados no quesito de aspectos básicos e submetidos a uma reflexão.

Quanto à atividade de comparação de rentabilidade entre algumas das principais criptomoedas com ações nacionais, o procedimento se dará pela utilização de livros e fórmulas matemáticas. O uso de planilha e formulas matemáticas é necessário tendo em vista que a análise comparativa das fontes será de forma numérica e decorrente de um longo período analisado. Sem o uso das fórmulas e auxílio da planilha não seria possível a realização da pesquisa.

A coleta de dados históricos do preço praticado ao longo do período de um ano foi realizada no site br.investing.com, binance.com, e, b3.com.br. Nestes sites foram coletadas informações para que houvesse uma análise dos dados para utilização no modelo GARCH.

3.7 MODELOS DE VOLATILIDADE

Com o tempo é nítida a grande evolução da disponibilidade de dados que são disponibilizados na internet com uma linha temporal de tempo menor, ou maior tempo. Com isso permitiu-se evoluir a frequência da modelagem, passando de trimestres e meses para semanas, dias e até horas ou minutos.

Porém, quando um investidor se depara com distintas situações e sujeito

há uma alta flutuação nos valores de determinado ativo, criasse a necessidade do aprimoramento e desenvolvimento de novas técnicas de séries econométricas, que possibilitem a modelagem da variação da variância e uma medida de dependência linear entre as duas variáveis aleatórias, tendo em vista a falta aparente de informação teórica que explique a variação em momentos de ordens mais altas. (MOL, 2004). No mercado de criptomoedas também se é comum observar essas flutuações ao longo de sua linha temporal. Essas flutuações são notáveis até se analisadas em um curto período de tempo, até mesmo dentro de minutos.

Nos mercados financeiros são frequentes esses períodos de intensa volatilidade após alguns períodos de retração nos preços, tendo em comparação que a volatilidade costuma não ser tão intensa quando o mercado está em alta de preços. De grosso modo, os períodos de alta e baixa de mercado costumam gerar efeitos distintos sobre a volatilidade (SILVA; SAFÁDI; CASTRO, 2005). Dentro da literatura as assimetrias na volatilidade são chamadas de “efeito alavancagem” e podem ser encontradas em variantes do modelo de ARCH.

A origem da volatilidade difere para os diferentes tipos de commodities. Se tratando das commodities primárias, a volatilidade do preço apareceria primordialmente relacionada a distúrbios na oferta; enquanto para matérias-primas dentro das industriais, ela se estaria relacionada ao resultado de distúrbios na demanda. A interação desses distúrbios com a demanda de curto de prazo e as oscilações da oferta resultaria em acentuadas flutuações de preços (SWARAY, 2002).

Os modelos de volatilidade procuram enfatizar como objetivo principal a promoção de uma métrica que pode ser adaptada e utilizada na gestão de riscos financeiros, auxílio na seleção de carteiras de ativos e na estipulação de preços de derivativos (GALDI, PEREIRA; 2007).

Os modelos de valor em risco (VaR), são utilizados na gestão de risco de instituições financeira, como uma medida de risco para perda financeira sempre considerando um determinado intervalo confiança e horizonte de tempo. Para sua elaboração o VaR precisa de uma estimativa de volatilidade para que se possa ser analisado e devidamente elaborado. Os modelos de previsão de volatilidade, como o ARCH e GARCH são propostos como alternativa para essa estimativa (GALDI, PEREIRA; 2007).

O modelo original criado por Engle teve grande impacto e pode ser

descrito em termos da distribuição dos erros de um modelo auto-regressivo linear dinâmico. Onde P_t o preço de uma *commoditie* no período t e $r_t = \ln(P_t) - \ln(P_{t-1})$ como retorno composto continuamente gerado pela *commoditie* no período entre $t-1$ e t . Logo pode-se supor que os retornos produzidos podem ser representados pelo seguinte processo auto regressivo de ordem k : (SILVA; SAFÁDI; CASTRO, 2005)

$$r_t = \phi_0 + \sum_{i=1}^k \phi_i r_{t-i} + \varepsilon_t. \quad (1)$$

Seguindo esta mesma linha de raciocínio foram criados aprimoramentos da formula descrita acima, com objetivo principal na otimização da mesma, como fonte de previsão de valores futuros.

Uma das classes de modelos instrumentais foi relacionada por Engle (1982). Um desses modelos é o (ARCH) “*Autoregressive Conditional Heteroskedasticity*”. Seguindo o mesmo contexto ao sucesso do modelo de série temporal linear padronizado, criou-se o uso do condicional. Isso se da em conta a perspectiva da inferência econométrica, a diminuição em eficiência assintótica, dada a variação dentro do fenômeno estatístico que pode ser arbitrariamente grande. Outro valor levado em consideração foi que ao avaliar previsões econômicas, uma estimativa muito mais precisa do erro de previsão da incerteza está geralmente disponível e condicionando o conjunto de informações atuais. Sendo assim, o modelo ARCH busca mostrar a variância condicional como uma defasagem distribuída do quadrado dos retornos passados (MOL et al., 2004).

Porém o modelo só serve para dados de alta frequência, sendo que a frequência mais usada é de fechos diários. Para o uso dessa formulação precisa-se que as observações apresentem a mesma distância no espaço tempo, o que acaba por impedir seu uso para modelagem de dados de ultra frequência, como por exemplo, observações em um único dia (ARAÚJO, 2010).

Segundo o mesmo autor, este modelo de variância condicional possui algumas propriedades desejáveis: nomeadamente, através da técnica de decomposição de erros de previsão, é possível construir a função de verossimilhança, pela estimação dos parâmetros pelo método da máxima verossimilhança. Além disso, este modelo implica uma distribuição não condicional com “caudas pesadas” para os retornos.

Existem diversas especificações com parâmetros que têm sido propostas

para a variação da variância condicional no tempo. Porém no modelo linear ARCH(q), proposto primariamente por Engle, a variância condicional é colocada para ser uma função linear do q passado quadrado de inovações onde B significa o atraso (ENGLE, 1982).

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1, q} \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 \equiv \omega + \alpha(B) \varepsilon_t^2, \quad (2)$$

O modelo GARCH veio a ser proposto por Bollerslev (1986) sendo este uma generalização do modelo ARCH, anteriormente desenvolvido por Engle (1982), pois o mesmo apresentava o seu valor (q) muito elevado implicando a estimação de um grande número de parâmetros. Este fato estava ligado a alta persistência da volatilidade das séries de retornos financeiras (MOL et al., 2004).

Para equação de média condicional se ela não depende do tempo, então a média incondicional é igual à condicional e não depende do tempo, logo há média não mudam durando ao decorrer do tempo; como a média amostral de todas as séries é zero, se a média condicional for constante ela será também nula (COSTA; BAIDYA, 2001).

O modelo de variância condicional de GARCH(m,n) é definida por:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \alpha_i r_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^n \beta_j \sigma_{t-j}^2 \quad (3)$$

onde $\alpha_0 > 0$.

Bollerslev (1986) propôs uma extensão conhecida como modelo ARCH generalizado (GARCH). O modelo adiciona uma variável à equação da variância para capturar o comportamento da variância condicional. Para uma série de retornos r_t , onde a variância depende do último resíduo da equação da média e da última variância condicional, segue o modelo AR(1)+GARCH onde $\{v_t\}$ é uma sequência de variáveis aleatórias independentes e identicamente distribuídas com média zero e variância 1, $0 < \alpha_1 < 1$, $\alpha_1 \geq 0$, $\beta_1 \geq 0$ e $(\alpha_1 + \beta_1) < 1$ (3).

Os modelos ARCH e GARCH abordam a volatilidade considerando efeitos simétricos com respeito a eventos positivos e negativos sobre a determinação da volatilidade. Porém o modelo GARCH é caracterizado como uma generalização do

modelo ARCH, tendo como característica ser mais parcimonioso, descrevendo a volatilidade com menos parâmetros que o ARCH (SILVA; SAFÁDI; CASTRO, 2005).

O modelo GARCH veio para se tornar uma versão mais simples e mais utilizada em séries financeiras. Este modelo é uma classe aprimorada da classe do modelo ARCH e foi trazida por Bollerslev (1986).

A nova classe mais geral de processos, denominada de GARCH, é introduzida, permitindo uma estrutura de lag (q) muito mais flexível. Na seção 3 é demonstrada a nova classe de processos, que é formalmente apresentado suas condições de sentido amplamente derivados (BOLLERSLEV, 1986). Nestes, a estrutura da variância condicional dependem além do quadrado dos erros atrasados (q) períodos como no modelo ARCH (q), das variâncias condicionais atrasadas (p) períodos.

$$\begin{aligned}
 h_t &= \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^p \beta_i h_{t-i} \\
 &= \alpha_0 + A(L) \varepsilon_t^2 + B(L) h_t,
 \end{aligned} \tag{3}$$

O processo GARCH simples é considerado com algum detalhe na seção 4 onde se encontra bem estabelecido que as suas funções de auto correlação e auto correlação parcial são na verdade variantes úteis para a identificação e verificação do comportamento nas séries temporais (BOLLERSLEV, 1986).

$$\varepsilon_t = y_t - x_t' b, \tag{4}$$

Logo, o modelo GARCH se baseia no pressuposto de que as previsões nas variações da volatilidade no tempo dependem da variância passada dos ativos financeiros. Este tipo de procedimento aconselha que a introdução de uma variável de média móvel seria desejável, para permitir a introdução de processos com memória longa na estrutura modelar (ARAÚJO, 2010).

Até a invenção do Bitcoin, em 2008, pelo programador não identificado conhecido apenas pelo nome Satoshi Nakamoto, transações online sempre requereram um terceiro intermediário de confiança. Por exemplo, se Maria quisesse enviar 100 um. (unidade monetária) ao João por meio da internet, ela teria que

dependem de serviços de terceiros como PayPal ou Mastercard. Intermediários como o PayPal mantêm um registro dos saldos em conta dos clientes (ULRICH, 2014).

4 DEMONSTRAÇÃO E COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS

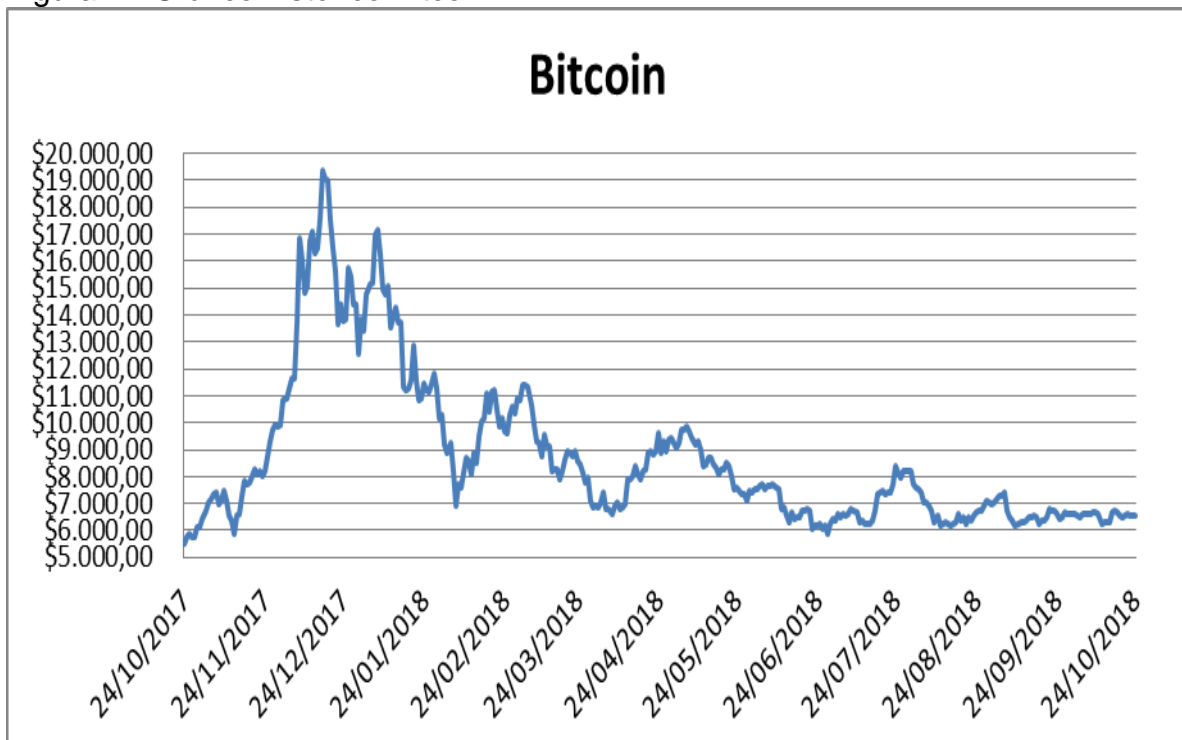
Nesta seção são apresentados em forma de dados os modelos GARCH de volatilidade estocástica utilizando a amostra de dados acima mencionada. A especificação do modelo combinado AR (1, 0) e GARCH (1,1) foi feita com o auxílio do programa OxMetrics.

4.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A seguir serão apresentados os gráficos que demonstram os valores durante o período da coleta de dados, sendo em ordem primária as criptomoedas, e, em ordem secundária as ações do índice Ibovespa.

Na figura 2 o Bitcoin por se tratar da principal criptomoeda em volume de transações e preço, foi colocado em destaque por se tratar de uma criptomoeda que tem possui relação direta nos preços das demais. O gráfico analisou o período histórico de 24/10/2017 à 24/10/2018, e teve como base a moeda dólar, representada por um cifrão (\$).

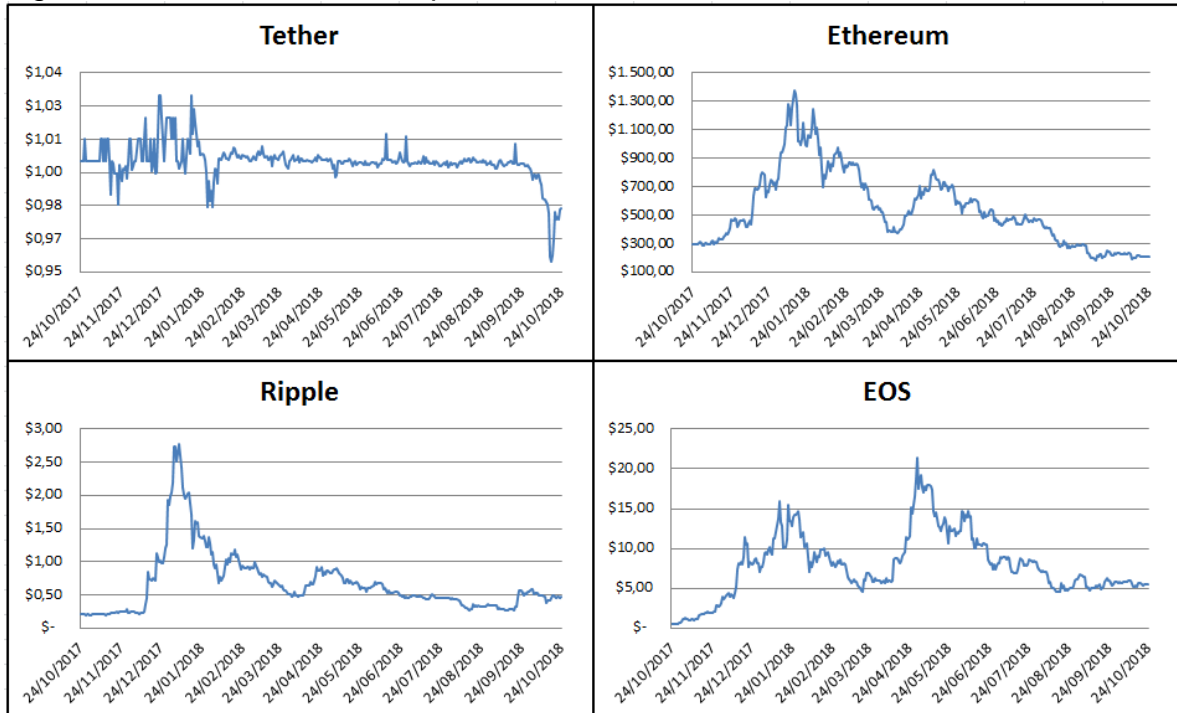
Figura 2 - Gráfico histórico Bitcoin



Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Na figura 3 estão representados os gráficos das outras 4 principais criptomoedas em volume total de comercialização. É notório além da extrema volatilidade presente em praticamente todas as criptomoedas, a comparação referencial com o Bitcoin, onde apresenta-se uma certa curva de volatilidade semelhante, principalmente nas criptomoedas Ripple e Ethereum.











Figura 3 - Gráfico histórico Criptomoedas



Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Na tabela abaixo é possível verificar por ordem de volume quais são as 10 principais criptomoedas mais comercializadas nas últimas 24 horas do dia 24/10/2018. Com exceção da criptomoeda Corda, todas as criptomoedas apresentaram alta neste dia, com destaque para o Bitcoin Cash que teve um aumento de 2,16%, fechando o dia valendo \$449,90.

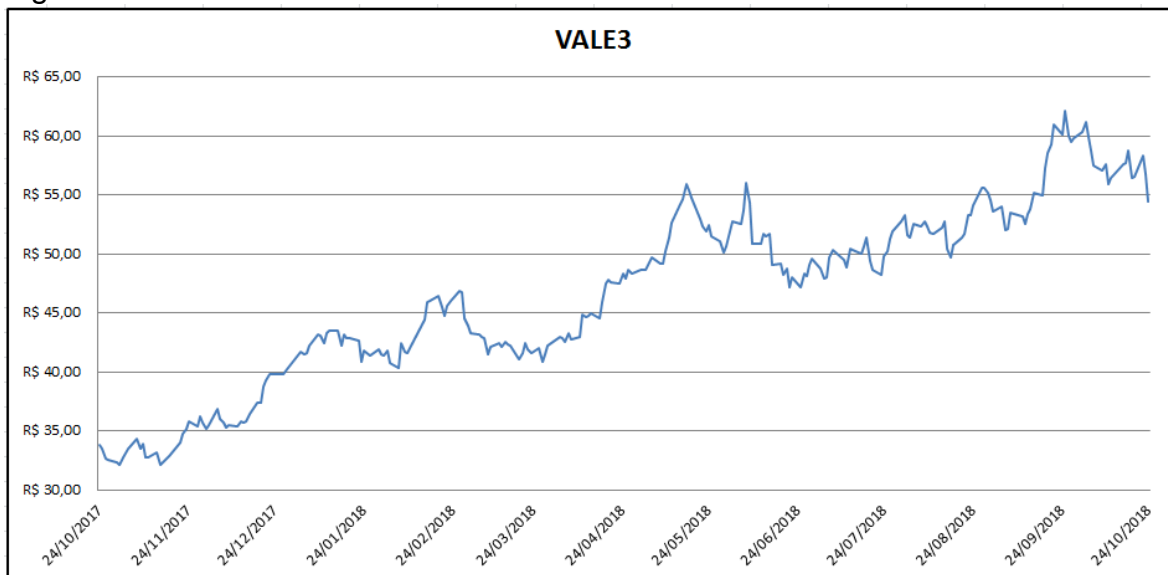
Tabela 1 - Principais criptomoedas

#	Criptomoeda	Valor de mercado	Preço	Volume 24h (\$)	Fornecimento Circulante	Mudança (24h)
1	 Bitcoin	\$112.749.063.867,00	\$6.530,60	\$3.296.680,60	17.333.125 BTC	0,57%
2	 Ethereum	\$21.203.312,65	\$205,12	\$1.280.396.991,00	102.700.540 ETH	1,29%
3	 Ripple	\$18.420.795.157,00	\$0,46	\$256.804.868,00	39.997.634,397 XRP	0,37%
4	 Bitcoin Cash	\$7.834.485,39	\$449,90	\$276.444.078,00	17.413.725 BCH	2,16%
5	 EOS	\$4.940.830.932,00	\$5,43	\$389.726.725,00	906.245.118 EOS	1,71%
6	 Estelar	\$4.621.709.217,00	\$0,24	\$58.800,35	18.893.406.338 XLM	0,48%
7	 Litecoin	\$3.148.880.860,00	\$53,54	\$245.280,34	58.813.752 LTC	1,05%
8	 Corda	\$2.042.441.524,00	\$0,98	\$2.110.269.769,00	2.076.421,736 DT	-0,34%
9	 Cardano	\$1.995.961.693,00	\$0,08	\$20.551.428,00	25.927.070.538 ADA	1,34%
10	 Monero	\$1.718.266.894,00	\$104,16	\$13.844,67	16.496.695 XMR	0,37%

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Inicialmente nos gráficos referentes às ações, conforme expressa a figura 4 a VALE3 se destacou entre as outras quatro ações por apresentar um crescimento contínuo que persistiu durante todo período analisado de um ano.

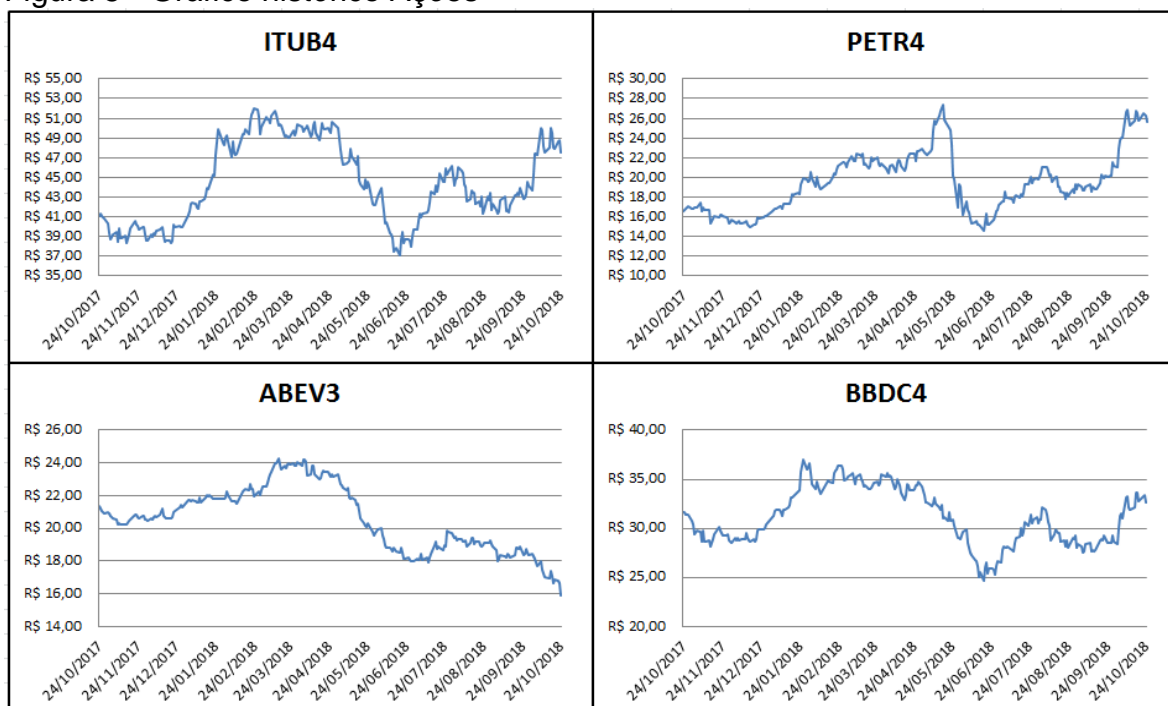
Figura 4 - Gráfico histórico VALE3



Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

As demais ações estão descritas na figura 5 conforme a seguir.

Figura 5 - Gráfico histórico Ações



Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

4.1.1 Parâmetro de teste

Para a aplicação dos modelos de volatilidade para o cálculo foi selecionado cinco criptomoedas que apresentaram maior destaque, dada sua alta liquidez e número de dias de negociação com uma ampla janela de dados disponível. Os dados são diários em dias corridos e abrangem o período de 24/10/2017 a 24/10/2018, somando uma totalidade de 366 observações.

Na tabela 2 o valor de p (t-prob) apresenta valor estatisticamente significativo, haja vista que no modelo GARCH os p-valores dos testes aplicados foram com 99% de confiança, comparado ao valor de t (t-prob).

O modelo selecionado foi de p por conter estatisticamente o valor de alpha menor, indicando ser estatisticamente significativo para a pesquisa e utilização do trabalho.

Em todas as criptomoedas o valor de p apresentou grau de confiança maior que 0,001, ou seja, 99%, isso pois p apresentou valor menor que alpha. O teste indica heteroscedasticidade da série em todos os índices analisados, indicando autocorrelação dos resíduos.

Tabela 2 - Parâmetro de teste "t" e "p" - Criptomoedas

Criptomoedas	t-value	t-prob
Bitcoin	34,6600	0,0000
Tether	1,5650	0,0000
Ethereum	16,9300	0,0000
Ripple	3,7620	0,0002
EOS	26,9700	0,0000

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Em seguida foi feito o mesmo teste de parâmetro, porém desta vez aplicado nas cinco principais ações.

O teste realizado e descrito na tabela 3, com exceção da ABEV3, confirma que todas as ações apresentam ótimos resultados para valor de p.

Tabela 3 - Parâmetro de teste "t" e "p" - Ações

Ações	t-value	t-prob
VALE3	2,3920	0,0000
ITUB4	2,0004	0,0000
PETR4	10,2200	0,0000
ABEV3	0,9470	0,3446
BBDC4	17,3300	0,0000

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Sobre a heteroscedasticidade da série, com exceção da ABEV3, visto no teste GARCH, os p-valores observados nas estatísticas indicou presença de autocorrelação dos resíduos da série de retornos. Sendo assim, os testes sugerem a rejeição da hipótese de erro na série de retornos das ações analisadas.

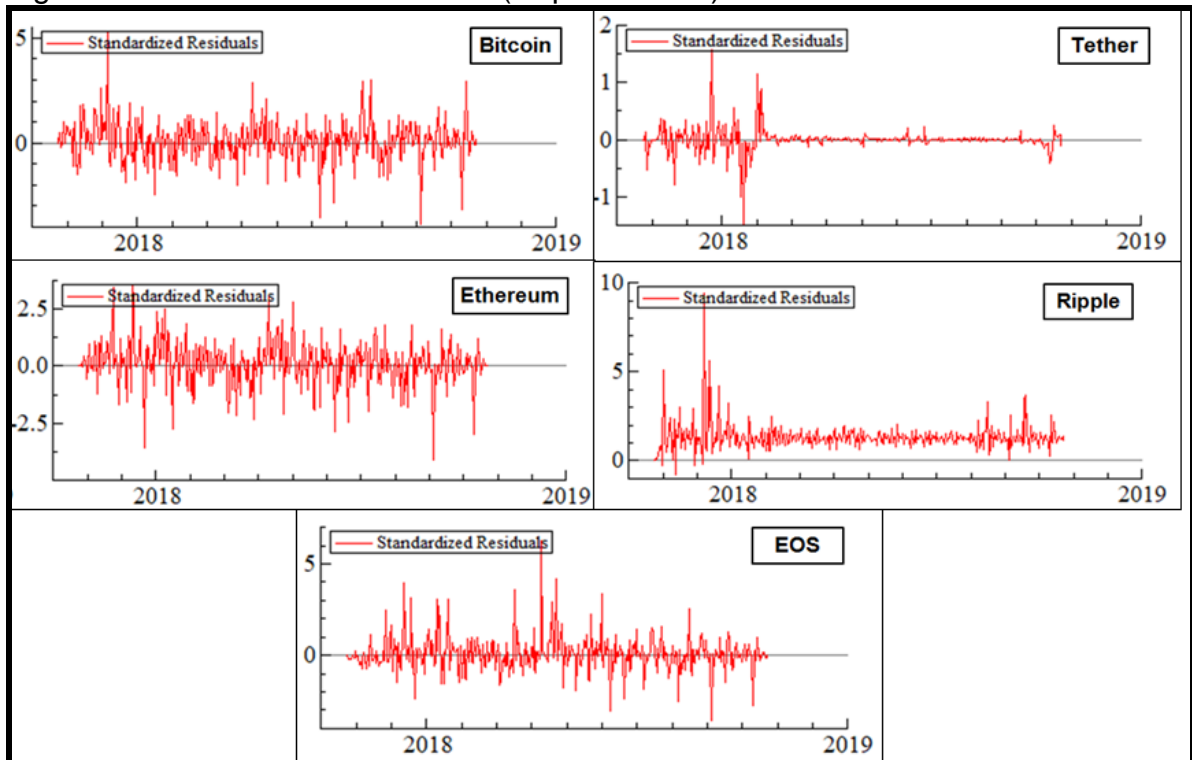
4.1.2 Especificação do Modelo GARCH

Para poder ser expressado a curva de distribuição de resíduos, foram analisados alguns valores estatísticos nos índices de ações e criptomoedas.

Durante o período de 24/10/2017 à 24/10/2018 foram analisados 366 índices e feito a correlação dos dados obtidos para utilização dos mesmos em modelos de previsão GARCH com o intuito de descobrir a distribuição dos resíduos padronizados.

A amostra selecionada representa uma janela de um ano para aplicação dos modelos. A figura 6 apresenta o comportamento dos resíduos, com notável grupamento de alta volatilidade em determinados períodos.

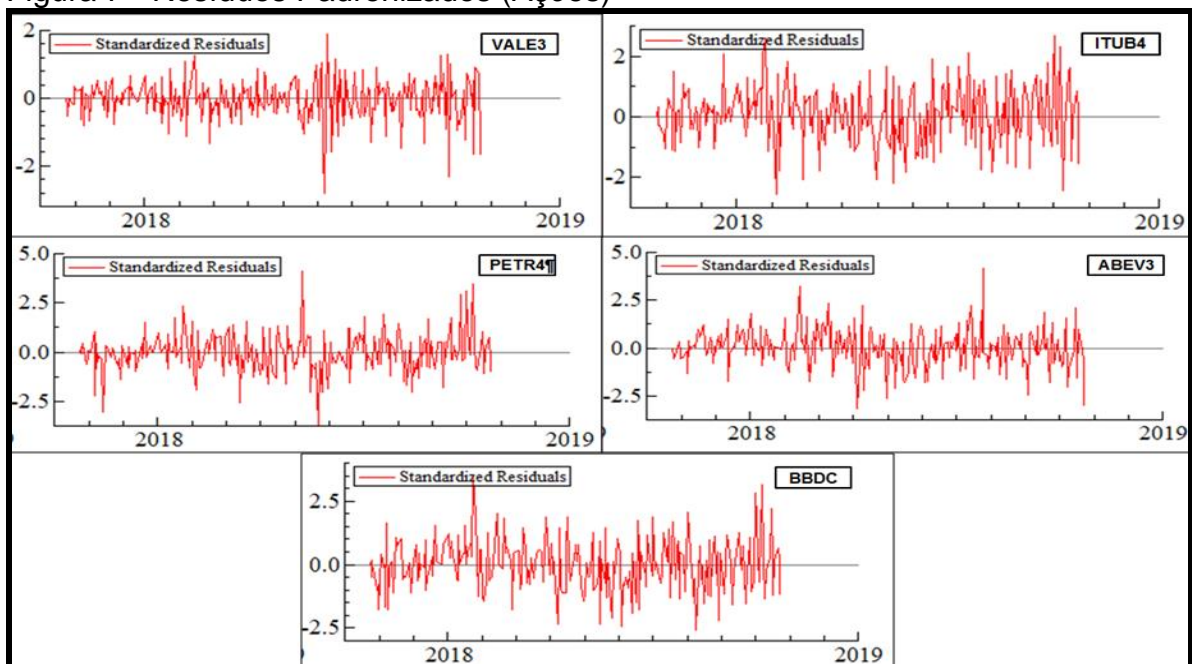
Figura 6 - Resíduos Padronizados (Criptomoedas)



Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

A figura 7 assim como a figura 6, também trás o comportamento dos resíduos, porém relacionado as ações da Bovespa.

Figura 7 - Resíduos Padronizados (Ações)



Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Na tabela 4 são expressados os índices, onde realça a variância apresentada na figura 6. Com essa tabela é possível identificar que o valor médio do período analisado é superior ao valor comercializado atualmente no mercado em grande maioria das criptomoedas.

Tabela 4 - Critérios de Avaliação Estatísticas Criptomoedas

Estatística	Bitcoin	Tether	Ethereum	Ripple	EOS
Alta	19.870,60	1,04639	1.423,20	3,2900	22,9794
Baixa	5.375,60	0,87177	169,08	0,1755	0,4777
Média	8.689,67	0,99978	541,20	0,6630	7,8511
Mediana	7.679,40	1,00000	475,94	0,5332	7,5166
Desvio Padrão	2.859,26	0,00842	260,92	0,4572	3,9736
Variância	8.197.739,79	0,00007	68.266,26	0,2096	15,8325
Curtose	5,0608	10,73347	3,08143	8,6722	3,3425

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Na tabela 5 são expressados os índices, onde realça a variância e curtose que possuem padrões diferentes da tabela 4. Esses dados foram utilizados para formulação da distribuição de resíduos das ações.

Tabela 5 - Critérios de Avaliação Estatísticas Ações

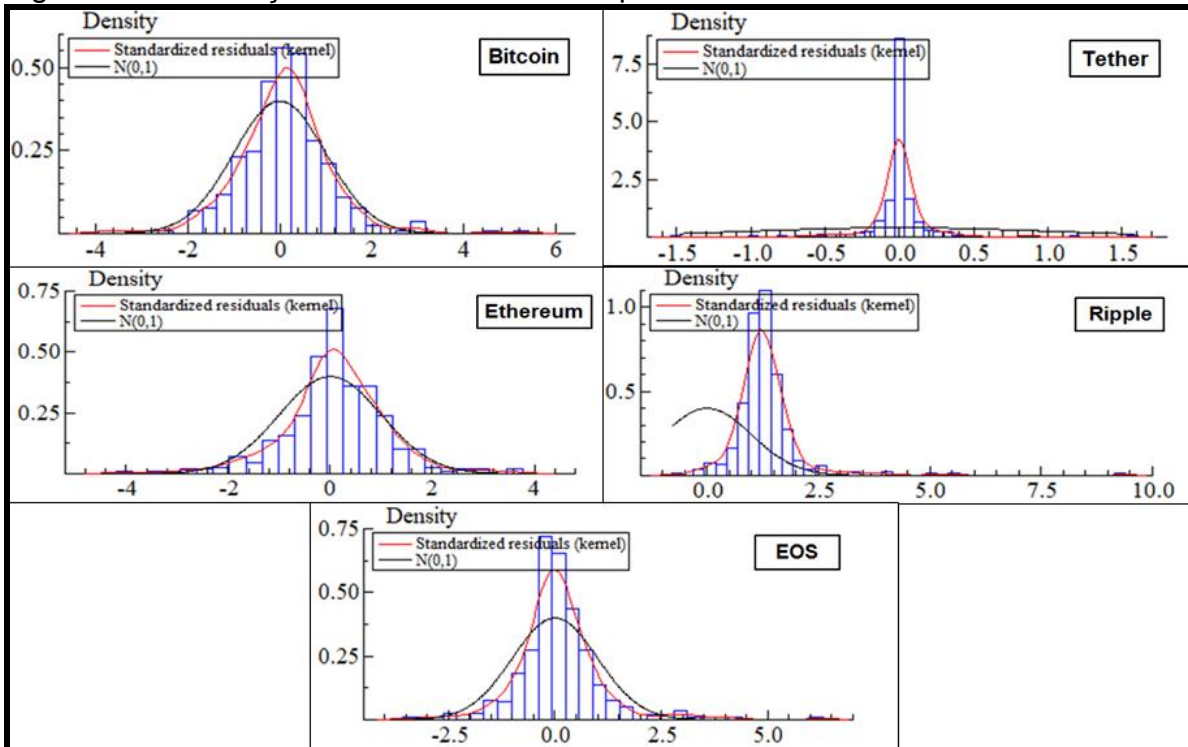
Estatística	VALE3	ITUB4	PETR4	ABEV3	BBDC4
Alta	62,420	52,290	27,540	24,560	37,710
Baixa	31,840	36,570	14,170	15,880	24,470
Média	46,742	44,415	19,448	20,527	31,079
Mediana	47,960	43,800	19,300	20,590	30,790
Desvio Padrão	7,405	4,166	3,057	1,978	2,877
Variância	55,062	17,422	9,384	3,928	8,312
Curtose	2,21	1,70657	2,72	2,0165	2,0034

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Em uma primeira relação foram analisados os índices das criptomoedas e alocadas na tabela 4 e 5 como pôde-se ver acima. Nesta tabela foram analisados dados como o valor máximo e mínimo atingido pelas criptomoedas ao longo do período, sua média, mediana e desvio padrão.

Com os dados citados anteriormente, mais variância e a curtose foram analisadas a distribuição dos resíduos conforme tabela 4 e 5, juntamente com o auxílio do programa OxMetrics. Os resultados são representados na figura 8 e 9.

Figura 8 - Distribuição dos resíduos nas Criptomoedas

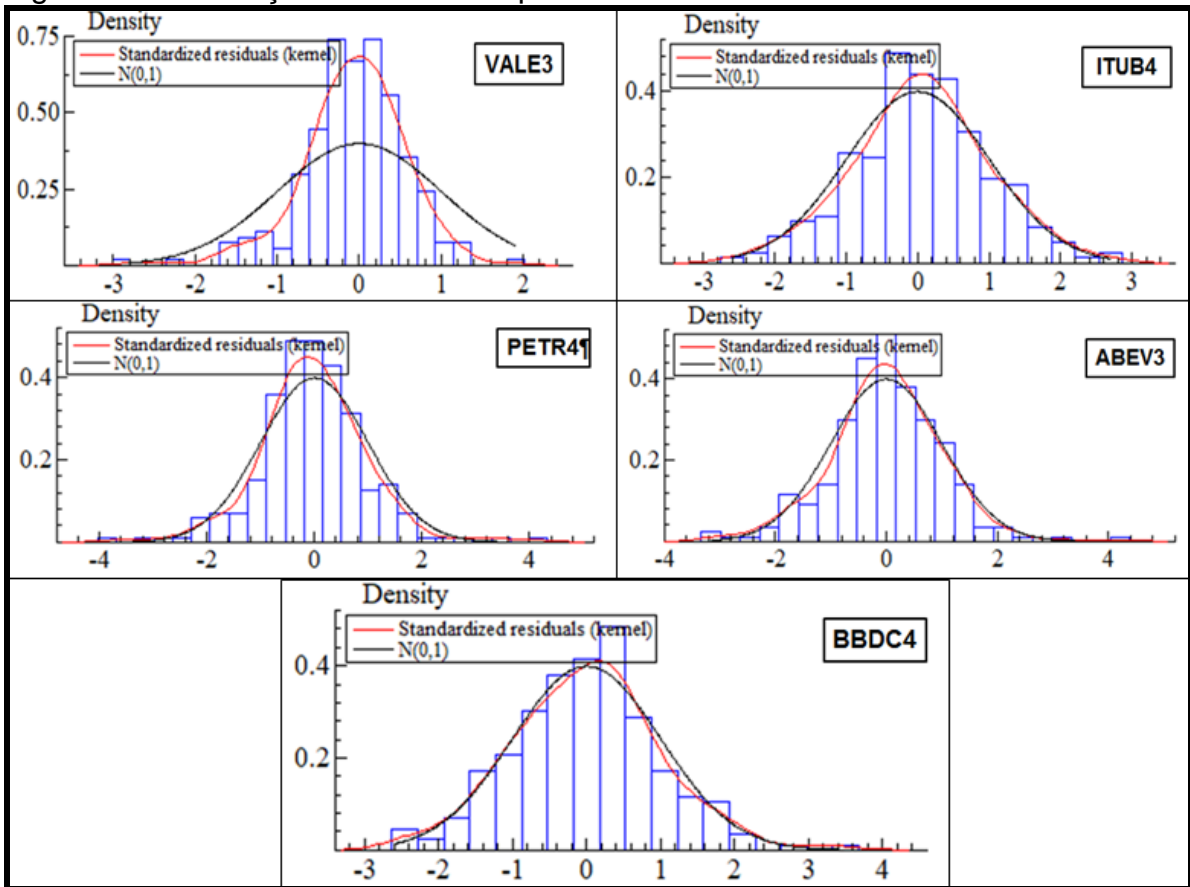


Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Considerando os dados gerados na figura 8, é possível analisar uma assimetria próxima à nula quando analisado o Bitcoin, Tether, Ethereum, e EOS. Já o Ripple apresentou assimetria positiva a direita. Se tratando da curtose analisada acima, todas as criptomoedas tiveram o tipo de curva leptocúrtica ao analisar o seu grau de achatamento, porém o Bitcoin e Ethereum se comportaram com curtose próxima a curva mesocúrtica.

Já na figura 9 é demonstrada a distribuição das ações analisadas na tabela 5. Ao compararmos com a curtose das criptomoedas, podemos observar que as ações se comportaram de forma diferente, onde apesar da totalidade dos índices apresentarem assimetria próxima à nula, o grau de achatamento das mesmas teve uma análise diferenciada, onde com a exceção da ação da VALE3, todas podem ser consideradas com um tipo de curva mesocúrtica. A VALE3 apresentou um tipo de curva leptocúrtica.

Figura 9 - Distribuição dos resíduos padronizados



Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Figura 10 - Índice de previsão das criptomoedas

Horizonte de previsão	Intervalo de confiança											
	0,05		0,95		0,05		0,95		0,05		0,95	
	Bitcoin		Tether		Ethereum		Ripple		EOS			
1	6304	6721	0,8944	1,053	184,8	223,3	0,2359	0,4911	4,944	5,939		
2	6285	6703	0,9062	1,041	182,9	223,2	0,1895	0,4085	4,916	5,972		
3	6266	6686	0,8858	1,061	181	223,1	0,1633	0,3511	4,89	6,004		
4	6246	6668	0,9289	1,018	179,1	222,9	0,1496	0,3107	4,865	6,035		
5	6227	6651	0,8624	1,084	177,3	222,8	0,1435	0,2816	4,841	6,064		
6	6208	6634	.NaN	.NaN	175,6	222,6	0,1419	0,2605	4,817	6,092		
7	6190	6616	0,8077	1,139	173,8	222,3	0,143	0,2447	4,795	6,119		
8	6171	6599	.NaN	.NaN	172,2	222,1	0,1454	0,2327	4,773	6,146		
9	6152	6582	0,6962	1,25	170,5	221,8	0,1485	0,2234	4,752	6,172		
10	6133	6565	.NaN	.NaN	168,9	221,6	0,1519	0,216	4,731	6,197		

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Com as variáveis mostradas anteriormente, e seguindo o período analisado, o modelo GARCH prevê variação negativa no em todas as criptomoedas ao longo dos 10 períodos à frente. Após a análise foi checado o valor de fechamento do dia 25/10/2018 e 26/10/2018 das cinco criptomoedas, onde o modelo prevê fechamento de 6304 com variação de até 6721 no Bitcoin. Segundo o site br.investing, onde foram coletados os dados históricos analisados acima, a criptomoeda Bitcoin fechou com valor de 6.507, estando dentro da variação prevista pelo modelo GARCH (1,1), validando neste caso como uma análise positiva.

Com a tabela 6 pode-se analisar e comparar as previsões feitas na tabela 5 utilizando o modelo GARCH (1,1). Todos os valores estão dentro do intervalo de confiança previsto no modelo, sinalizando uma aprovação primária do modelo para previsão das séries.

Tabela 6 - Horizonte real das criptomoedas

Horizonte previsto	Valor de fechamento real				
	Bitcoin	Tether	Ethereum	Ripple	EOS
1	6507,00	0,9778	204,11	0,4628	5,4331
2	6513,90	0,9789	204,65	0,4645	5,4446

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Para previsão de volatilidade da tabela 7 foram usados os mesmos critérios da tabela 5. A previsão data pelo modelo são de 10 horizontes à frente, ou seja, para os próximos 10 dias. Diferente do cenário apresentado para as criptomoedas, nesta análise o modelo prevê variação positiva em todas as ações, com exceção do BBDC4 que estatisticamente apresenta variação estável.

Tabela 7 - Índice de previsão das ações

Horizonte de previsão	Intervalo de confiança											
	0,05		0,95		0,05		0,95		0,05		0,95	
	VALE3		ITUB4		PETR4		ABEV3		BBDC4			
1	51,78	56,54	45,82	49,22	24,78	26,88	15,47	16,26	31,48		33,6	
2	51,75	57,12	46,25	48,76	24,86	26,95	15,45	16,24	31,46		33,58	
3	52,18	57,25	45,83	49,15	24,93	27,03	15,43	16,22	31,44		33,55	
4	52,38	57,6	46,17	48,79	25,01	27,11	15,41	16,2	31,43		33,52	
5	52,69	57,84	45,84	49,09	25,08	27,18	15,39	16,18	31,41		33,5	
6	52,95	58,14	46,1	48,8	25,15	27,26	15,37	16,16	31,39		33,47	
7	53,25	58,41	45,85	49,03	25,23	27,33	15,34	16,14	31,37		33,44	
8	53,52	58,7	46,05	48,81	25,3	27,41	15,32	16,11	31,36		33,42	
9	53,81	58,98	45,84	48,98	25,38	27,49	15,3	16,09	31,34		33,4	
10	54,1	59,27	46	48,8	25,45	27,56	15,28	16,07	31,32		33,37	

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Com o uso da tabela 8 se constatou que em sua maioria, o modelo GARCH (1,1) atendeu as expectativas e conseguiu prever o valor de fechamento conforme seu intervalo de confiança. No segundo período da ação do ITUB4 o valor de fechamento foi superior ao intervalo de confiança previsto pelo modelo. O mesmo se ocorreu com as ações da PETR4 e BBDC4. Já para as ações da ABEV3, o modelo não conseguiu prever a baixa para R\$15,00 no primeiro período, e, 15,19 para o segundo.

Tabela 8 - Horizonte real das ações

Horizonte previsto	Valor de fechamento real				
	VALE3	ITUB4	PETR4	ABEV3	BBDC4
1	54,61	48,0800	26,32	15,0000	33,5100
2	55,60	48,9800	27,60	15,1900	34,0900

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

5 CONCLUSÃO

Realizou-se neste trabalho uma análise empírica da volatilidade dos retornos das criptomoedas e índice Bovespa utilizando os modelos da classe GARCH como ferramenta de análise para apurar a acurácia do modelo.

Pode-se observar que o modelo aplicado para análise e previsão de 10 períodos a frente teve êxito em quase todos os índices analisados.

O modelo se comportou com uma previsão mais exata quando aplicado nas criptomoedas, onde os valores reais ficaram dentro do esperado e previsto pelo modelo, já os valores que não estavam dentro do intervalo de confiança ficaram muito próximos ao relatado apresentado pelo modelo.

Quanto às ações, o modelo teve um desempenho um pouco inferior se comparado ao apresentado para as criptomoedas. Os valores previstos tiveram em sua grande maioria fora do intervalo de confiança, oscilando na maior parte dos casos para cima.

As previsões apresentadas não levaram em conta fatores econômicos, políticos, ou qualquer outro que interfira de forma direta ou indireta no mercado analisado.

No caso das ações vale lembrar que o cenário político do país durante a análise e a coleta de dados, se encontrava em época de eleição presidencial, o que pode ter justificado a grande volatilidade presente nos índices da Bovespa.

Observou-se, desta forma, que as criptomoedas junto às ações analisadas são susceptíveis a reações de persistência e assimetria na sua volatilidade, ou seja, as variações dos retornos sofrem impactos diferenciados para boas e más notícias, o que pode ser comprovado pelos modelos GARCH.

É interessante ressaltar que, as mudanças na política governamental por vezes acabam por gerar choques tanto positivos quanto negativos, esses que causarão grandes impactos nos preços praticados no mercado futuro, repercutindo, então, por longos períodos.

De qualquer forma o modelo apresenta fortes avanços metodológicos no tratamento da base que se apresenta como elemento primário na decisão de investimentos em mercados de ativos financeiros.

Para finalizar, devem ser ressaltadas as limitações do trabalho, como o restrito número de observações decorrente do curto prazo de operação; a presença

de pontos controversos e ainda inconclusos no meio acadêmico perante os modelos da família ARCH, inclusive a definição da volatilidade real e a determinação da medida de desempenho mais apropriada para modelos de volatilidade e a falta de estudos relacionado a previsão de volatilidade em criptomoedas.

Sendo assim, os resultados que foram obtidos no presente estudo não têm a pretensão de sinalizar o fim das discussões acerca do melhor modelo de previsão de volatilidade, mas sim trazer à tona a discussão de um tema de extrema importância para o gerenciamento e minimização de riscos para possíveis investimentos no mercado de operações de criptomoedas e no de ações.

Percebe-se que ainda que as previsões tenham sido de boa qualidade para previsão dos valores futuros das criptomoedas, é necessário que sejam desenvolvidas análises que possam se precaver à volatilidade da série.

Nesse sentido, sugere-se o aprofundamento do presente trabalho, ampliando-se o intervalo da amostra e utilizando-se dados de alta frequência, bem como o desenvolvimento de estudos que busquem trazer a tona modelos mais atuais de volatilidade que possam levar em conta fatores econômicos, políticos, ou qualquer outro que interfira nas previsões futuras, visando caracterizar a tendência a superestimar a volatilidade dos modelos avaliados.

REFERÊNCIAS

ANDREZO; LIMA. **Mercado Financeiro: Aspectos Históricos e Conceituais**. 1. Ed. São Paulo: Pioneira, 1999.

ALCÂNTARÁ. **O modelo de avaliação de ativos (capital asset pricing model) aplicações**, 1981. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rae/v21n1/v21n1a06.pdf>>. Acesso em: 13 de Out. 2018.

ARAÚJO. **Análise de clusters e volatilidade de índices de ações**, 2010. Disponível em: <<https://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/2613/1/disserta%C3%A7aovolatilidade.pdf>>. Acesso em: 28 de Set. 2018.

ARAUJO; SILVA. **AVERSÃO À PERDA NAS DECISÕES DE RISCO**, 2007. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/html/4416/441642762004/>>. Acesso em: 13 de Out. 2018.

ARAÚJO; et al. **O risco de mercado do agronegócio brasileiro: uma análise comparativa entre os modelos CAPM e GARCH**, 2004. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/gestaoorg/article/viewFile/21566/18260>>. Acesso em: 14 Out. 2018.

BELLUZZO. **Blockchain e as Moedas Digitais**, 2017. Disponível em: <<https://anapaulabelluzzo.jusbrasil.com.br/artigos/446163970/blockchain-e-as-moedas-digitais>>. Acesso em: 21 de Abril. 2018.

BENNETT, Sean. **Blockchain: A Guide to Understanding Blockchai**. 3. ed. Cryptomasher Series, 2017.

BODIE, Zvi; KANE, Alex; MARCUS, Alan. **Fundamentos de Investimentos**. 2014. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=LLgLBAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR1&dq=investimento+em+fundos&ots=tivr6ftti&sig=EMV1z7LZxi4sdHgBSPKNwtPEG0Q#v=onepage&q=investimento+em+fundos&f=false>>. Acesso em: 05 maio 2018.

BOLLERSLEV. **GENERALIZED AUTOREGRESSIVE CONDITIONAL HETEROSKEDASTICITY**, 1986. Disponível em: <http://public.econ.duke.edu/~boller/Published_Papers/joe_86.pdf>. Acesso em: 29 de set. 2018.

BROUGHTON. Bitcoin Is Just The Beginning, The Wall Street Journal, New York, 26 maio. 2016. Disponível em: <<https://www.wsj.com/articles/bitcoin-is-just-the-beginning-1464302194>>. Acesso em: 21 Abril. 2018.

CAMPOS. **Análise da volatilidade de preços de produtos agropecuários no brasil**, 2007. Disponível em: <<https://www.revistarea.ufv.br/index.php/rea/article/viewFile/107/111>>. Acesso em: 14 Out. 2018.

CARETTA; da COSTA. **Avaliação e seleção de fundos de investimento: um enfoque sobre múltiplos atributos**, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rac/v5n1/v5n1a02.pdf>>. Acesso em: 13 Out. 2018.

CERBASl, Gustavo. **Investimentos Inteligentes**. 1 ed. Rio de Janeiro: Thomas Nelson Brasil, 2008.

CHEROBIM, Ana Paula; LEMES, Antonio; RIGO, Claudio. **Administração Financeira: Princípios, Fundamentos e Práticas Brasileiras**. 2005. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=_qw4DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT4&dq=administração+financeira+princípios&ots=dpUo8pQkiO&sig=IcYslAHrb7cyWBC1vcHRKfBdM10#v=onepage&q=administração+financeira+princípios&f=false>. Acesso em: 10 maio 2018.

COSTA; BAIDYA. **Propriedades estatísticas das séries de retornos das principais ações brasileiras**. 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pope/v21n1/a05v21n1.pdf>>. Acesso em: 20 Out. 2018.

DHALIWAL. **Mercados de criptomoedas entram em fase de amadurecimento e aceitação ao redor do mundo**, 2017. Disponível em: <<https://br.cointelegraph.com/news/cryptocurrency-markets-enter-into-maturity-phase-acceptance-around-corner>>. Acesso em: 27 Março. 2018.

DYHRBERG. **Bitcoin, Gold and the Dollar – a GARCH Volatility Analysis**, 2015. Disponível em: <https://researchrepository.ucd.ie/bitstream/10197/7168/1/WP15_20.pdf>. Acesso em: 20 Out. 2018.

ENGLE, R. F. "AUTORREGRESSIVE CONDITIONAL HETEROSKEDASTICITY WITH ESTIMATES OF THE VARIANCE OF UNITED KINGDOM INFLATION", **ECONOMETRICA**, V.50, N.4, P.987-1007, 1982.

FLECK, Dinara Regina; SCHERER, Oscar Luiz da Silveira. **PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS E CONTÁBEIS DE UMA CORRETORA DE CRIPTOMOEDAS**. 2018. Disponível em: <<http://seer.faccat.br/index.php/contabeis/article/view/755/570>>. Acesso em: 13 maio 2018.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

GALDI, PEREIRA. **Valor em Risco (VaR) utilizando modelos de previsão de volatilidade: EWMA, GARCH e Volatilidade Estocástica**, 2007. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/html/1230/123016619005/>>. Acesso em: 01 de set. 2018.

GALVÃO; PORTUGAL; RIBEIRO. **Volatilidade e causalidade: evidências para o mercado à vista e futuro de índice de ações no Brasil**, 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbe/v54n1/a02v54n1.pdf>>. Acesso em: 14 Out. 2018.

GANDAL; HAMRICK; MOORE; OBERMAN, 2018. **Price manipulation in the**

Bitcoin ecosystem. Journal of Monetary Economics, 95, 86-96.

Glaser; Haferkorn; Weber; & Zimmermann, (2014). **How to price a digital currency?** Empirical insights on the influence of media coverage on the Bitcoin bubble. Banking and Information Technology, pp. 21-32.

GOEKING. **85% dos brasileiros ainda estão na poupança, mas juro menor leva investidores para fundos**, 2017. Disponível em:

<<http://www.infomoney.com.br/onde-investir/poupanca/noticia/7281813/dos-brasileiros-ainda-estao-poupanca-mas-juro-menor-leva-investidores>>. Acesso em: 12 de Abril. 2018.

GOLDENBERG, M. **A arte de pesquisar**. Rio de Janeiro: Record, 1997.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999. 207 p. ISBN 8522422702.

HAUBERT. **Finanças Comportamentais: uma investigação com base na teoria do prospecto e no perfil do investidor de estudantes de cursos stricto sensu portugueses**, 2014. Disponível em:

<https://periodicos.ufsc.br/index.php/adm/article/view/2175-8077.2014v16n38p183/pdf_11>. Acesso em: 13 Out. 2018.

HERENCIA; HOTTA; PEREIRA. Filtragem e Previsão com Modelos de Volatilidade: Volatilidade Estocástica versus GARCH. **Revista Brasileira de Economia**, 1998. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rbe/article/view/727>>. Acesso em: 13 Out. 2018.

LOPES, João do Carmo; ROSSETTI, José Paschoal. **Economia Monetária**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 1998.

MARQUES, Albertino. **Conceção e Análise de Projetos de Investimento**. 2014. Disponível em: <http://www.silabo.pt/Conteudos/7813_PDF.pdf>. Acesso em: 05 maio 2018.

MARTINI. **Renda fixa versus renda variável: uma análise descritiva entre as rentabilidades dos investimentos**, 2013. Disponível em:

<<http://businessstur.com.br/uploads/arquivos/c131f9abdf318c68b9c5f5fb8aa14a9b.pdf>>. Acesso em: 13 Out. 2018.

MATTAR, Fauze Najib. **Pesquisa de marketing**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1996. v. 1 ISBN 8522414432 (broch.).

MENDES; ABREU. **Cultura financeira dos investidores e diversificação das carteiras**, 2006. Disponível em:

<<https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/863/1/wp11-2006-de-cisep.pdf>>. Acesso em: 21 Out. 2018.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **O desafio do conhecimento**. 11 ed. São Paulo: Hucitec, 2008.

MOL Anderson Luiz R. et al. **Previsão da Base para o Café: um estudo empírico com a utilização de modelos ARCH**, 2004. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/12/01O009.pdf>>. Acesso em: 01 Set. 2018.

NAKAMOTO, Satoshi. **Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System**, 2008. Disponível em: <<https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>>. Acesso em: 21 Abril. 2018.

OKAMOTO T., OHTA K. Universal Electronic Cash. In: Springer. **Advances in Cryptology** - CRYPTO '91; 1991 August 11-15; Santa Barbara, California. Berlin: Springer; 1992. p.323-337.

PASSOS, Carlos Roberto Martins; NOGAMI, Otto; Princípios de economia. 5 ed. São Paulo: CENGAGE LEARNING, 2009. 658 p.

PAZO; PASOTTO; LOBÃO; OLIVEIRA. **Uso de sistema especialista para decisão do perfil de um investidor via web**, 2003. Disponível em: <<http://meusite.mackenzie.com.br/rogerio/tgi/2003JessA.PDF>>. Acesso em: 13 Out. 2018.

POLIT, D. F.; BECK, C. T.; HUNGLER, B. P. **Fundamentos de pesquisa em enfermagem: métodos, avaliação e utilização**. Trad. de Ana Thorell. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

PRIME. **Tecnologia a favor da globalização**, 2017. Disponível em: <<https://www.primeinf.com.br/tecnologia-a-favor-da-globalizacao/>>. Acesso em: 07 Abril. 2018.

REVOREDO. **Criptomoedas: cenário global e tendências**, 2017. Disponível em: <<https://www.jota.info/opiniao-e-analise/artigos/criptomoedas-cenario-global-e-tendencias-27102017>>. Acesso em: 12 Abril. 2018.

ROBERTSON, Sir Dennis. .A moeda. 3 ed. Rio de Janeiro: Zahar Editores,,1969. 188 p.

ROSS, Stephen A. et al. **Fundamentos de Administração Financeira**. 2013. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=MGU3AgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR1&dq=artigos+administração+financeira&ots=j_fSB-0C5R&sig=GYqTkDcl_XEeqFFFWIF5pJuSzo8#v=onepage&q=artigos+administração+financeira&f=false>. Acesso em: 16 Maio. 2018.

SCOTT, Michael. **Mastering Bitcoin: A Beginners Guide To Money Investing In Digital Cryptocurrency With Trading, Mining And Blockchain Technologies Essentials**. 2018.

SECURATO, José Roberto; CHÁRA, Alexandre Noboru; SENGER, Maria Carlota Morandin. **ANÁLISE DO PERFIL DOS FUNDOS DE RENDA FIXA DO MERCADO BRASILEIRO**. 1998. Disponível em: <<http://www.fundacaofia.com.br/labfin/pesquisa/artigos/arquivos/112.pdf>>. Acesso em: 10 Maio 2018.

SICHEL; CALIXTO. **CRIPOMOEDAS: Impactos Na Economia Global. Perspectivas**, 2018. Disponível em: <<http://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/rdc/article/view/33096/26015>>. Acesso em: 14 Out. 2018.

SILVA, SÁFADI, CASTRO. **Uma análise empírica da volatilidade do retorno de commodities agrícolas utilizando modelos ARCH: os casos do café e da soja**. 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/resr/v43n1/25839.pdf>>. Acesso em: 02 Set. 2018.

STRÜCKER. **Como surgiram as criptomoedas**, [2016?]. Disponível em: <<https://www.sutori.com/story/como-surgiram-as-criptomoedas>>. Acesso em: 09 de Abril. 2018.

SWARAY, R. B. "Volatility of Primary Commodity Prices: Some Evidence from Agricultural Exports in Sub-Saharan Africa", **Discussion Papers in Economics**, n.2002/06, University of York, 2002.

TARTUCE, T. J. A. **Métodos de pesquisa**. Fortaleza: UNICE – Ensino Superior, 2006.

ULRICH, Fernando. **Bitcoin: a moeda na era digital**. São Paulo: Instituto Ludwig von Mises Brasil, 2014.